



Universidad
Tecnológica
del Perú

Facultad de Ingeniería

Trabajo de investigación

“Teoría de colas para la reducción del tiempo de ciclo de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019”

Autores:

Benites Silva, Jazmin Estefany - 1511264

Virhuez Castro, Katherine - 1213042

Para obtener el Grado de Bachiller en:

Ingeniería industrial

Lima, diciembre, 2019

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo la reducción del tiempo de ciclo mediante la aplicación de la teoría de colas en los servicios de los ascensores en la torre principal de una universidad privada, para el diagnóstico de la situación actual se realizó la recolección de datos mediante la toma de tiempos en las horas de mayor demanda del servicio, asimismo, se realizaron encuestas para saber la percepción de los usuarios, dando a conocer los problemas que más influyen, como las muchas paradas, largo tiempo de servicio y tiempo de paradas elevado.

Por el cual se propone una nueva asignación de pisos para los dos de los tres ascensores que se encuentran en la torre principal, reduciendo así el tiempo de ciclo en un 29.18% para el ascensor 2 y 50.11% para el ascensor 3, y el tiempo de espera de los usuarios 33.33% y 50 % para el ascensor 2 y 3 respectivamente.

Se utilizó el programa arena para el análisis de la situación actual y de la propuesta de mejora, permitiendo obtener el número de usuarios promedio en un determinado tiempo.

Palabras clave: Teoría de colas, tiempo de ciclo, simulación.

Abstract

The purpose of this research is to reduce the cycle time by applying queuing theory to elevator services in the main tower of a private university, for the diagnosis of the current situation a data collection was carried out taking time in the hours of major Demand In the service, also, surveys were carried out to know the perception of the users, making known the problems that most influence, such as the numerous stops, the extended service time and the stop time.

By which a new floor assignment was proposed for two of the three elevators found in the main tower, thus reducing the cycle time by 29.18% for elevator 2 and 50.11% for elevator 3, and the waiting time for users 33.33% and 50% for elevator 2 and 3 respectively.

The sand program was used to analyze the current situation and the improvement proposal, which allows obtaining the average number of users at a given time.

Keywords: Queue theory, cycle time, simulation.

Dedicatoria

Lo dedicamos a Dios por guiarnos en la vida y a
así cumplir con nuestras metas, a nuestros padres por
brindarnos su apoyo incondicional, su amor y
comprensión para cumplir nuestros propósitos.

Virhuez y Benites

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Tecnológica del Perú, por formarnos a lo largo del desarrollo académico de la carrera de Ingeniería Industrial, a los profesores Jaico Carranza, Jenny Elizabeth y Vera Cuya, Ronald Martin por el asesoramiento continuo durante todo el desarrollo de la presente investigación brindando su tiempo y conocimientos para el éxito de este trabajo.

Índice

Resumen	ii
Abstract	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Declaración de Autenticidad y No Plagio	vi
Declaración de Autenticidad y No Plagio	vii
Índice	viii
Índice de figuras	xi
Índice de tablas	xii
Introducción	13
1. Literatura y teoría sobre el tema	15
1.1. Antecedentes nacionales e internacionales	15
1.1.1. Antecedentes internacionales	15
1.1.2. Antecedentes nacionales	16
1.2. Marco Teórico	17
1.2.1. Tiempo de Ciclo	17
1.2.1.1. Definición del Tiempo de Ciclo	17
1.2.1.2. Características del Tiempo de Ciclo	18
1.2.1.3. Dimensiones del Tiempo de Ciclo	19

1.2.2. Teoría de Colas.....	19
1.2.2.1. Definición de la Teoría de Colas	19
1.2.2.2. Características de la Teoría de Colas.....	21
1.2.2.3. Dimensiones de la Teoría de Colas	25
2. Metodología empleada.....	27
2.1. Diagnóstico situacional.....	27
2.2. Análisis de resultados del diagnóstico.....	42
2.3. Diseño de la propuesta de mejora.....	47
3. Resultados esperados	50
4. Análisis y discusión	54
4.1. Análisis	54
4.2. Discusión	54
5. Conclusiones y recomendaciones	58
5.1. Conclusiones.....	58
5.2. Recomendaciones	59
6. Bibliografía	60
Anexo 1: Glosario	64
Anexo 2: Ficha del Trabajo de Investigación	65
Anexo 3: Matriz de consistencia	69
Anexo 4: Matriz de variables	70

Anexo 5: Encuesta de ascensores.....	71
Anexo 6: Toma de tiempos	72

Índice de figuras

Figura 1. Tiempo de ciclo	18
Figura 2. Sistema de colas.....	20
Figura 3 : Distribución según modelo.....	23
Figura 4. Foda de la Universidad	27
Figura 5. Distribución de pisos de los ascensores.....	28
Figura 6. N° Clases vs Horarios	29
Figura 7. Flujograma del Servicio en los Ascensores	30
Figura 8. Formación de cola en ascensores.....	31
Figura 9. Servicio de ascensores.	33
Figura 10. Frecuencia de uso de ascensores.....	33
Figura 11. Problemas en el servicio de ascensores.	34
Figura 12. Factores en la generación de colas.....	34
Figura 13. Tiempo en cola de ascensores.....	35
Figura 14. Reducción de colas.	35
Figura 15. Número de pisos a subir por escaleras.....	36
Figura 16. Eficiencia de ascensores según la sede.....	36
Figura 17. Ishikawa	38
Figura 18. Problemas en el servicio de los ascensores.....	40
Figura 19. Ascensor 2	44
Figura 20. Ascensor 3	45
Figura 21. Propuesta de mejora.....	50

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de clases por día.....	29
Tabla 2. Toma de tiempos 1	37
Tabla 3. Toma de tiempos 2.....	37
Tabla 4. Problemas del servicio	39
Tabla 5. Ascensor 2.....	40
Tabla 6. Ascensor 3.....	41
Tabla 7. Cantidad de personas	46
Tabla 8. Personas en cola	46
Tabla 9. Propuesta de Mejora.....	47
Tabla 10. Tiempo de espera del servicio actual y propuesto de los ascensores	51
Tabla 11. Tiempo de paradas del servicio de los ascensores	51
Tabla 12. Tiempo de traslado del servicio de los ascensores.....	52
Tabla 13. Tiempo de Ciclo del servicio de los ascensores.....	52
Tabla 14. Número de personas atendidas del servicio	52
Tabla 15. Cantidad de personas en cola para los ascensores	53

Introducción

Actualmente es frecuente que se formen colas en distintos servicios que tengan una demanda mayor de la que fue diseñada provocando largas líneas de espera e incomodidad en los usuarios por tener que esperar un largo tiempo. Estos servicios pueden ser proporcionados por una máquina o persona dentro de una institución o empresa. Esta problemática viene ocurriendo en una universidad privada, la cual cuenta hoy en día con varias sedes en todo el Perú ofreciendo carreras de ingeniería, gestión y negocios, ciencia de la salud, humanidades y arquitectura. La presente investigación se enfocará en una de las sedes que se encuentra en Lima, ya que se está generando congestión en el servicio de los ascensores, por lo que se observan largas colas y un tiempo de espera excesivo generando malestar entre los usuarios lo cual repercute en sus actividades.

Por ello, esta investigación tiene como objetivo determinar que la teoría de colas reducirá el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores en la torre principal de dicha universidad, por ende, se busca mejorar el tiempo de espera para que los alumnos no se perjudiquen en el proceso de enseñanza y tanto los profesores como el personal administrativo no tengan pérdidas monetarias.

Este trabajo abarca la literatura de la investigación sobre la teoría de colas y el tiempo de ciclo. Además, se desarrolla la metodología empleada como el diagnóstico situacional, análisis de resultados y diseño de la propuesta, con los cuales se detallan los resultados encontrados en el estudio de campo y así generar el análisis correspondiente, conclusiones y recomendaciones.

Formulación de problema

Pregunta general

¿De qué manera la teoría de colas reducirá el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?

Preguntas específicas

- ¿De qué manera la teoría de colas reducirá el tiempo de paradas del tiempo de ciclo en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?
- ¿De qué manera la teoría de colas podrá reducir el tiempo de traslado del tiempo de ciclo en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?

Objetivo general

Determinar que la teoría de colas reducirá el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores en la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.

Objetivos específicos

- Determinar que la Teoría de Colas reducirá el tiempo de paradas en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.
- Determinar que la Teoría de Colas reducirá el tiempo de traslado en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.

1. Literatura y teoría sobre el tema

1.1. Antecedentes nacionales e internacionales

1.1.1. Antecedentes internacionales

Vallejos, Y.; Alfonso, P. & Mariño, S. (2017) en la Revista Publicando en el artículo titulado “Teoría de colas. Propuesta de un simulador didáctico”, Quito, Ecuador. Exponen que la teoría de colas permite optimizar tiempos de espera de un servicio, que mediante la construcción de un simulador permite la visualización y representación gráfica de este para determinar los posibles problemas de un sistema y soluciones óptimas permitiendo el agrado de los clientes.

Carzola, F. (2014) en su tesis: “Análisis Estadístico Mediante Teoría de Colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente De Riobamba”, Riobamba, Ecuador. Nos propone implementar el análisis estadístico mediante el estudio de la teoría de colas para identificar el nivel de servicio en la satisfacción del paciente. Determinando que solo el 8% de estos dicen que es muy buena la atención. Por ello, plantea incrementar dos servidores de ventanilla para la atención del cliente aumentando un 100% la satisfacción de este.

Agilar, G.; Cruz, M. & Regalado, H (2014) en su tesis “Modelo de la Teoría de Colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de Medicina General de la Unidad Comunitaria de Salud Familiar Zacamil, Municipio de Mejicanos, Departamento de San Salvador, El Salvador”, propone diagnosticar la situación actual mediante la toma de datos de los tiempos de espera, además, de encuesta de opinión de los usuarios para determinar el servicio brindado en medicina general, en la cual se identificó que el proceso crítico es la fase de consulta. Por ello, los autores propusieron con la utilización de la teoría de colas un nuevo modelo de colas que permita disminuir los tiempos, en los cuales fueron un cambio de horarios, contratación de

médicos por horas y uno permanente. Por lo cual, para el primero se dio como resultado que el tiempo en servicio se redujera hasta 45 minutos el turno de 7 hasta las 9 de la mañana y para el siguiente turno hasta 18 minutos. La segunda propuesta el tiempo se disminuyó hasta 152 minutos para el primer turno y el segundo hasta 18 minutos. Por último, para la tercera el tiempo de servicio se redujo hasta 31 minutos.

1.1.2. Antecedentes nacionales

Laura, A. (2018) en su tesis: “Aplicación de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides – Lima”. La autora aplica la teoría de colas para describir el sistema actual del supermercado y la construcción de la propuesta de mejora en distintos escenarios, además, utiliza el programa Arena para comprobar el comportamiento del sistema actual y el propuesto, donde toma como solución la implementación de 1 cajero, en donde menciona que 520 personas son atendidas actualmente mientras que en la propuesta de mejora se atiende un promedio de 571 usuarios lo que demuestra un aumento significativo en el servicio.

Milla, J. (2017) en su tesis: “Aplicación de la Teoría de Colas para reducir el tiempo de espera de los clientes en el área de cajas de Hipermercados Tottus”, Lima, Perú. Nos propone aplicar la teoría de colas para reducir el tiempo de espera en el área de cajas en el supermercado, comenzando por la evaluación del problema, determinando el tiempo de espera actual, el tiempo en que el cliente llega a la cola y el tiempo en que es atendido. Con el fin de proponer un sistema de servicio eficiente respecto al actual, lo cual se evaluó que es necesario incrementar 8 cajas en el servicio normal y 3 cajas en el preferencial, reduciendo el tiempo de espera en un 65% y 61% para el servicio normal y preferencial respectivamente.

Huamán, S. & Sandoval, S. (2017) en su tesis: “Optimización de las líneas de espera en el proceso de atención al cliente del BCP Tarma, en el periodo 2014”, Tarma, Perú. Nos plantean que el problema es las líneas de espera que ocasionan demoras y pérdidas de clientes, para lo cual se utilizó técnicas de recopilación de datos como la observación y encuesta, notándose así, que la entidad bancaria atiende un mínimo de 15 personas por hora. Por ello, propone seguir con 3 ventanillas que trabajen al 100% que en promedio el cliente esperara 1.56 minutos.

Navarro, J. (2017) en su tesis: “Teoría de colas para el mejoramiento del proceso de atención del área de plataforma. La Positiva Seguros y Reaseguros. Chimbote, 2016.” La autora aplica la teoría de colas en el estudio de las variables y realiza encuestas para medir la calidad y el índice de percepción de los usuarios, lo cual resultó que el problema principal es el tiempo de espera. Por lo tanto, propone la instalación de 2 servidores logrando reducir el tiempo en un 89%.

1.2. Marco Teórico

1.2.1. Tiempo de Ciclo

1.2.1.1. Definición del Tiempo de Ciclo

Se define como el tiempo que toma procesar una unidad, lote o tarea, ya que puede ser también relacionado a un servicio, por lo cual es aquel tiempo transcurrido desde que se comienza la primera actividad hasta la última necesaria para obtener el bien o servicio especificado. (Molano & Materón, 2018)

De acuerdo con Patiño, D. (2017) el tiempo de ciclo es la suma de todos los que tarda una operación u operario en realizar todas las actividades hasta completarla ante de que el próximo inicie, el cual incluye el tiempo de agrega valor y el tiempo que ocioso.

1.2.1.2. Características del Tiempo de Ciclo

Según Molano & Materón (2018), el tiempo de ciclo se caracteriza por el tiempo de espera o paradas y el tiempo del proceso o ejecución de una actividad en específico en un determinado tiempo.



Figura 1. Tiempo de ciclo

Fuente: Elaboración propia

Ventajas:

De acuerdo Herreo (2017), las ventajas de hallar el tiempo de ciclo son:

- Permite la identificación de tiempos muertos del proceso.
- Permite la simplificación de una operación o actividad dentro de un proceso.
- Incrementa la satisfacción del cliente al reducir el tiempo de ciclo de un servicio.

Desventajas:

Según Herreo (2017), las desventajas del tiempo de ciclo son las siguientes:

- Si no se realiza una correcta toma de tiempos es posible que al reducir el tiempo de ciclo pueda genera cansancio de los trabajadores o se pierda la calidad del producto o servicio.
- Al reducir el tiempo de ciclo se percibe una resistencia al cambio por parte de los trabajadores.

Importancia:

El estudio del tiempo de ciclo permite conocer con exactitud el tiempo en que se demora cada proceso dentro de un ciclo de trabajo. Al hallar este tiempo se puede determinar los tiempos

muertos y reducir el uso innecesario de los recursos disminuyendo el tiempo de servicio o el proceso de fabricación, logrando así, aumentar las ganancias de la empresa. (Bravo, Dávila & Peñaherrera, 2018)

1.2.1.3. Dimensiones del Tiempo de Ciclo

De acuerdo con Molano & Materón (2018), las dimensiones del tiempo de ciclo en un servicio son las siguientes:

Tiempo de paradas: Es el tiempo en que la actividad se detiene antes o después de comenzar con las actividades que agregan valor.

Tiempo de traslado: Es el tiempo que una actividad se desarrolla, en la cual agrega valor al servicio o proceso en un tiempo determinado.

1.2.2. Teoría de Colas

1.2.2.1. Definición de la Teoría de Colas

El origen de la teoría de colas surge a principios del siglo veinte donde se estudiaron los problemas de gestión de tráfico en las comunicaciones telefónicas de forma científica por Erlang con el objetivo de determinar el número de líneas de espera óptimo. Posteriormente, esta teoría se fue utilizando para solucionar problemas como el tráfico de automóviles, la regulación de semáforos, la cantidad optima de cajeros y control de tiempos de espera de los procesos en un ordenador. (Velázquez, 2018)

De acuerdo con López & Triay (2018) la teoría de colas es el estudio de los sistemas de colas y sus modelos matemáticos que describen la línea de espera, que mediante estos modelos nos permite identificar el estado óptimo del sistema, la longitud promedio de la línea de espera y el tiempo de espera promedio.

Según García, J (2016) nos dice que “Un sistema de colas se puede describir cómo sigue. Un conjunto de “clientes” llega a un sistema buscando un servicio, esperan si este no es inmediato, y abandonan el sistema una vez han sido atendidos. En algunos casos se puede admitir que los clientes abandonan el sistema si se cansan de esperar. El término “cliente” se usa con un sentido general y no implica que sea un ser humano, puede significar piezas esperando su turno para ser procesadas o una lista de trabajo esperando para imprimir en una impresora en red.” (p. 7)

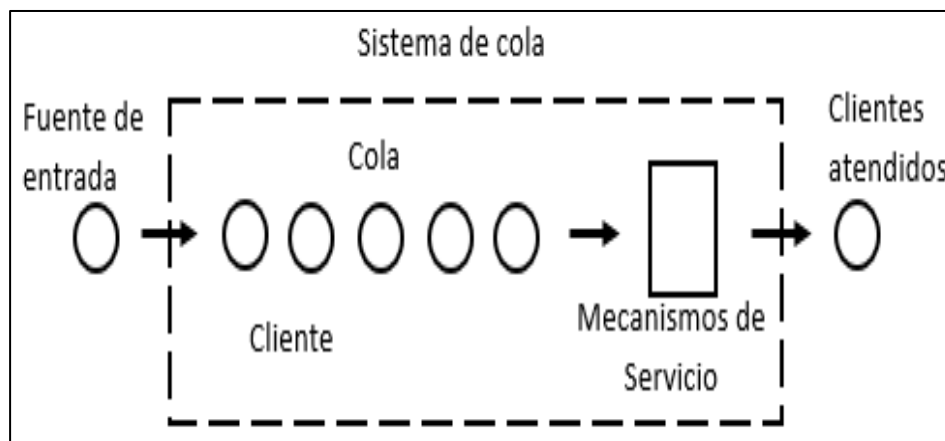


Figura 2. Sistema de colas

Fuente: Hillier (2015)

El proceso o la forma de la ejecución del servicio se relaciona con la estructura de un sistema, según Velázquez, G. (2018), estos pueden ser:

Una cola y un servidor: Este sistema está compuesto por las llegadas, sean objetos o personas, que forman una sola cola y son atendidos por un solo servidor.

Una cola, varios servidores: Consiste en que los elementos de entrada, ya sean usuarios u objetos, formen una sola cola y el sistema contenga varios servidores, pero son atendidos por un servidor por elemento, lo cual es visto en el servicio de un banco o cajeros.

Varias colas, varios servidores: Este sistema se caracteriza por la formación de múltiples colas que son atendidos por varios servidores los cuales pueden ser idénticos, además, se diferencian por su rapidez, estos son comunes en supermercados o tiendas de convivencia.

Una cola, servidores secuenciales: Se caracteriza por tener servidores en secuencia, es decir, el servicio es atendido con servidores que se encuentran en una posición en serie.

1.2.2.2. Características de la Teoría de Colas

Elementos de la Teoría de Colas

De acuerdo con Velázquez, G. (2018), los elementos de la Teoría de colas son los siguientes:

- Fuente de entrada: Es el tamaño del total de número de clientes que requieren el servicio, el cual puede ser finito o infinito.
- Cliente: Es todo individuo de una población que desea obtener un servicio.
- Cola: Es el lugar donde los clientes esperan su turno para recibir el servicio.
- Disciplina de la cola: Es la forma en que los clientes son atendidos.
 - FIFO (First in first out): Donde se atiende al primer cliente que haya llegado.
 - LIFO (Last in first out): Se atiende al cliente que llego último.
 - RSS (Random selection of service): Donde se atiende a los clientes de manera aleatoria.
- Mecanismo de servicio: Son las instalaciones del servicio puede ser un canal o varios, los cuales toman el nombre de servidores.

Ventajas:

Según Arias & Correa (2016), mencionan las siguientes ventajas de la Teoría de Colas:

- El análisis de un sistema de colas es útil en la planificación de decisiones sobre los tiempos que se emplean y la cantidad de servidores necesarios.
- La aplicación de la teoría de cola permite determinar el comportamiento de las variables en un sistema en un determinado tiempo bajo ciertas condiciones.
- Los resultados de la teoría de colas proveen información de la causa y efecto de la formación de colas en un sistema determinado en una unidad de tiempo.
- La teoría de colas permite la realización y comparación de diferentes modelos de colas para determinar el modelo de mayor beneficio para una empresa.

Desventajas:

La teoría de colas requiere de supuestos que no pueden mantenerse como verdaderas en la vida cotidiana, ya que la teoría supone que la conducta humana es determinista. Dichos supuestos suelen ser criterios que una persona puede llegar a hacer.

Importancia:

El esperar un servicio es un hecho cotidiano, se puede dar en un banco, en el supermercado o en alguna otra empresa. Las personas buscan un servicio rápido, eficiente y sin espera. Por ende, la teoría de colas es importante ya que proporciona una base teórica del tipo de servicio que se espera de un determinado recurso y la forma en que dicho recurso está diseñado para prestar su servicio. (Hillier, 2015)

Clasificación de los modelos de colas:

Según Hillier (2015) los modelos se etiquetan de la siguiente manera:

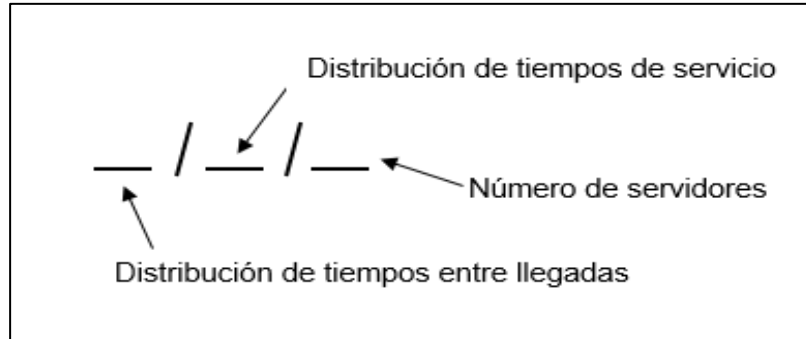


Figura 3 : Distribución según modelo

Fuente: Hillier (2015)

Donde:

M: Distribución exponencial

D: Tiempo de llegadas constantes

E_K : Distribución Erlang

G: Distribución general

- **Modelo M/M/1**

Es un sistema donde el tiempo entre dos llegadas es consecutivo y el tiempo de servicio es exponencial (M/M) es un sistema donde los clientes se colocan en una sola cola, atendiendo a los que llegan primero y solo contiene un servidor, que generalmente el tiempo de servicio es mayor al tiempo de llegada. (Velázquez, 2018)

- **Modelo M/M/S**

Es un sistema donde $s > 1$, es decir el número de servidores es mayor a 1, los clientes forman una sola cola con capacidad infinita donde se atienden a los primeros que llegan. (López & Triay, 2018)

- **Modelo M/M/1/K**

Es un tipo de modelo parecido al M/M/1 pero con una limitación, es decir, el sistema tiene una distribución exponencial de llegas y de servicio, con una sola cola con capacidad definida. (López & Triay, 2018)

- **Modelo M/G/1**

Este sistema consiste en que el tiempo de servicio es variable no exponencial en algunos casos, solo es necesario estimar $1/\mu$ y la varianza. Asimismo, los sistemas que siguen este modelo pueden tener un estado estable si la probabilidad es menor a 1. (Hillier, 2015)

- **Modelo M/ E_K /1**

El modelo consiste en un servidor y una cola en la cual el tiempo de llegadas sigue una distribución exponencial y un tiempo de servicio de distribución Erlang, es decir, se sumas las variables aleatorias idénticas donde el tiempo de servicio es $1/\mu$ y la varianza es $1/ku^2$. (Hillier, 2015)

- **Colas con servidores en paralelo M/M/C**

Es un modelo que posee un sistema donde los clientes o usuarios forman una sola cola y son atendidos por más de un solo servidor, los cuales se posicionan en paralelos con una misma eficiencia. (García, 2016)

- **Modelo M/D/1**

Es el modelo con el tiempo de servicio constante, consiste en un servidor y una fila con origen y cola ilimitada que sigue la disciplina de atender a los primeros que llegan, además, el tiempo de servicio es mayor al tiempo de llegada. (Hillier, 2015)

1.2.2.3. Dimensiones de la Teoría de Colas

De acuerdo con Torres, P. (2017) las dimensiones de la teoría de colas son las siguientes:

- **Tiempo de llegada**

Es la tasa promedio de llegadas de los clientes o usuarios en un determinado tiempo.

Donde:

$$\lambda = \frac{N^{\circ} \text{ de clientes llegan}}{\text{tiempo determinado}}$$

- **Tiempo de servicio**

Es la velocidad media en que el cliente o usuario es atendido en un determinado tiempo, el cual es representado por $\frac{1}{\mu}$.

Donde:

$$\mu = \frac{\frac{N^{\circ} \text{ de clientes atendidos}}{\text{tiempo}}}{N^{\circ} \text{ de servidores}}$$

- **Tiempo de espera**

Es el tiempo desde que el cliente entra a la cola hasta el momento en que es atendido, el cual es representado por:

Wq = Tiempo estimado que emplea un cliente esperando en la cola

$$Wq = \frac{1}{\mu - \lambda} \left(\frac{\lambda}{\mu} \right)$$

Con S servidores:

$$Wq = \frac{L_q}{\lambda}$$

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \lambda \mu}{(s-1)! * (s\mu - \lambda)^2} p_0$$

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)}$$

Donde:

p_0 = probabilidad de que ningún cliente este en cola

L_q = número de cliente promedio en cola

S= número de servidores

2. Metodología empleada

2.1. Diagnóstico situacional

La Universidad privada, cuenta con varios campus en Lima y provincia (Arequipa, Chiclayo, Chicabote, Ica, Piura y Huancayo). En su campus principal que se encuentra en Lima, tiene 22 carreras en ingeniería, 6 carreras en gestión y negocios, 5 en humanidades, 4 en ciencias de la salud y arquitectura.

FODA de la Universidad privada



Figura 4. Foda de la Universidad

Fuente: Elaboración propia

La presente investigación se da en la torre principal de la universidad privada durante el periodo 2019-2, donde se genera un problema de congestión en los ascensores en las horas punta, por lo cual se observan largas colas y un tiempo de espera excesivo generando malestar a los usuarios ya que repercute en sus actividades, por ello se busca mejorar el servicio que brinda el

sistema de ascensores mediante la reducción del tiempo de ciclo aplicando la teoría de colas la cual nos brindara la información necesaria para la toma de decisiones.

La torre principal cuenta con 3 ascensores de la marca Schindler que posee una capacidad máxima de 21 personas con carga útil de 1600 kg. Las cuales cuenta con la siguiente distribución de pisos:

Ascensor 1: Todos los pisos

Ascensor 2: S3, S2, 1, 7, 8, 9, 10

Ascensor 3: S1, 1, 11, 12, 13, 14, 15



Figura 5. Distribución de pisos de los ascensores.

Fuente: Syscom (2017)

El servicio de ascensores posee un modelo de colas M/M/1 donde los alumnos, profesores y el personal administrativo se colocan una sola cola por cada servidor, además, en la cual se atiende a los primeros que llegaron.

El horario donde se produce mayor tráfico de personas se especifica en el siguiente cuadro:

Tabla 1.

Cantidad de clases por día.

Turnos	Horario	Clases					
		Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
Mañana	08:00	9	15	17	11	10	11
	09:45	6	10	4	7	3	7
	11:30	8	14	6	14	7	7
Tarde	13:15	5	6	5	4	0	9
	14:45	4	2	2	1	4	30
	15:15	3	5	4	2	1	13
Noche	18:30	53	56	58	62	64	9
	20:15	29	38	37	30	7	1
Total		117	146	133	131	96	87
Usuarios		2925	3650	3325	3275	2400	2175

Nota. Fuente: Elaboración propia

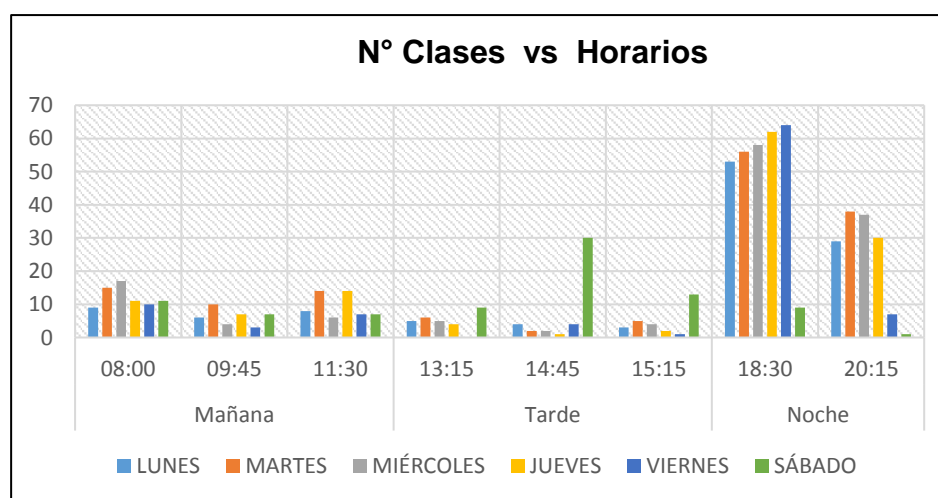


Figura 6. N° Clases vs Horarios

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al gráfico anterior, se observa que la mayor cantidad de personas que ingresan al servicio son en el turno de noche, siendo el horario más crítico de 18:00-17:00 pm, ya que el mayor número de clases comienza en ese lapso de tiempo, lo cual se muestra en la cantidad de clases por día.

Flujograma del Servicio en los Ascensores

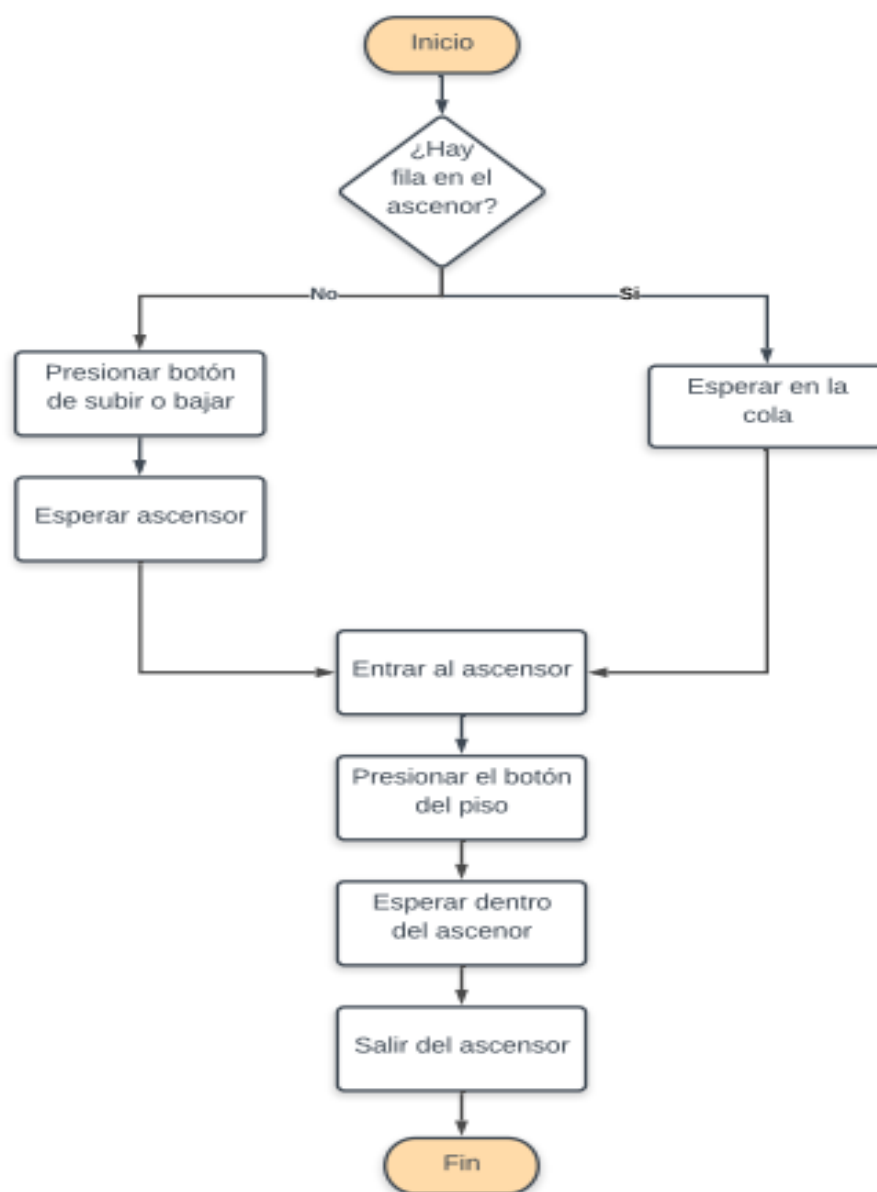


Figura 7. Flujograma del Servicio en los Ascensores

Fuente: Elaboración propia

Procedimiento

De acuerdo a la información obtenida al realizar las encuestas y la toma de tiempo se identifica las causas - raíces del problema. Se utiliza el Excel y el simulador Arena como herramientas principales, ya que se colocan los datos obtenidos de las encuestas y la toma de tiempo pudiendo así explorar, interpretar y caracterizar una secuencia de datos.

De acuerdo a la tabla 1, el horario crítico es el de las 18:30 por ende es donde se tomará el énfasis para la investigación.



Figura 8. Formación de cola en ascensores.

Fuente: Hanoi (2017)

Población y Muestra

La población de este estudio está compuesta por un promedio de 4000 usuarios entre estudiantes, docentes y personal administrativo que utilizan el servicio de ascensores en la torre principal

Muestra

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

Donde:

N = 4000 (tamaño de la población)

Z = 1.96 (95% nivel de confianza)

P = 0.5 (probabilidad de éxito)

q = 0.5 (probabilidad de fracaso)

e = 0.05 (error permisible)

Reemplazando:

$$n = \frac{4000 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 * (4000 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = 351$$

El tamaño de la muestra fue de 351 usuarios, entre los que encuestados hubo 10 administrativos, 22 profesores y 319 alumnos.

Los usuarios encuestados fueron aquellos que se encontraban en las instalaciones de la principal siendo en su mayoría alumnos y docentes del turno noche, ya que este horario abarca la mayoría de clases, lo cual produce un congestionamiento en el servicio de los ascensores, por ende, los usuarios perciben con frecuencia los problemas que posee el sistema.

Resultados de encuesta

1. El servicio de los ascensores en la torre principal es:

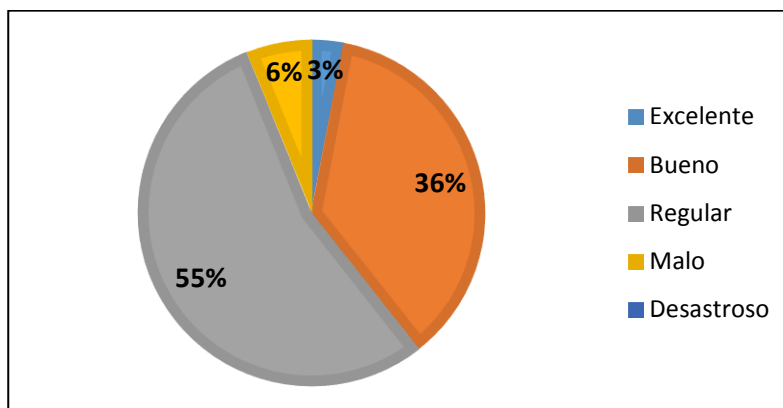


Figura 9. Servicio de ascensores.

Fuente: Elaboración propia

Según el grafico anterior, el 54,5% menciona que el servicio de los ascensores es regular, mientras el 36,4% considera que es bueno, el 6,1% lo considera malo y solo un 3% excelente.

2. ¿Con que frecuencia usas el ascensor?

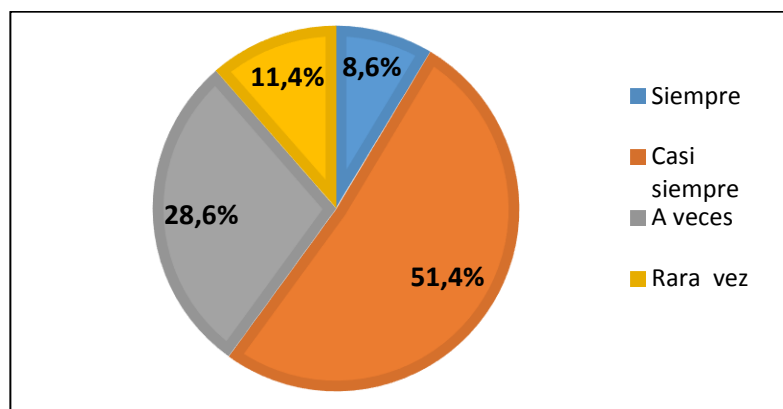


Figura 10. Frecuencia de uso de ascensores.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al grafico mostrado, el 51.4% utiliza casi siempre el ascensor, mientras que un 28.6% a veces lo utiliza, el 11.4% rara vez lo utiliza y solo un 8.6 % siempre lo utiliza.

3. ¿Cuál es el problema del servicio de los ascensores?

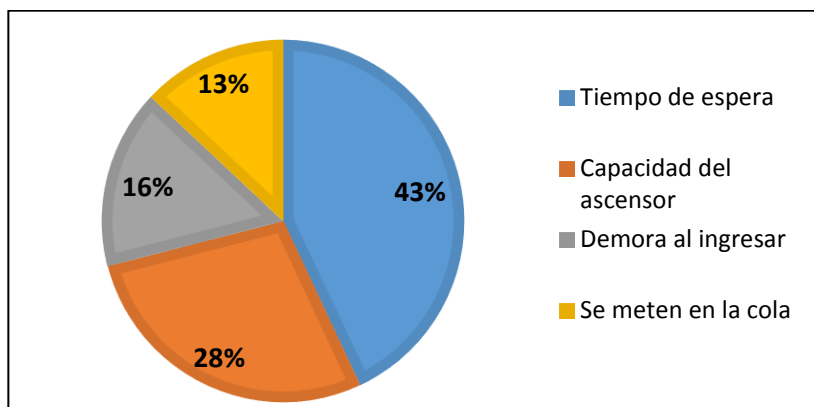


Figura 11. Problemas en el servicio de ascensores.

Fuente: Elaboración propia

Según la gráfica mostrada, un 43% de los usuarios consideran que el mayor problema de los ascensores es el tiempo de espera en cola, seguido de un 28% que considera que es la capacidad del ascensor, el 16% que demoran al ingresar y un 13% se meten en cola.

4. ¿Por qué consideras que se generan colas?

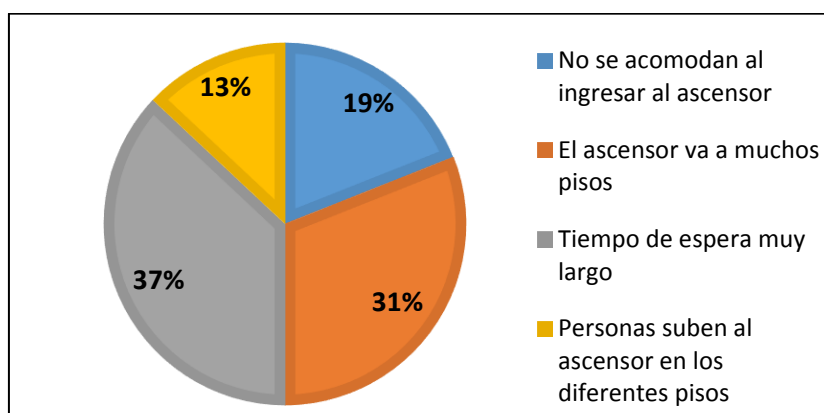


Figura 12. Factores en la generación de colas.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica anterior, podemos observar que un 37% considera que el tiempo de espera es muy largo por lo cual se generan colas, mientras que el 31% dice que el ascensor va a muchos pisos, un 19% no se acomoda al ingresar al ascensor y el 13% que las personas suben al ascensor en diferentes pisos.

5. ¿Cuánto tiempo consideras que pasas en la cola del ascensor?

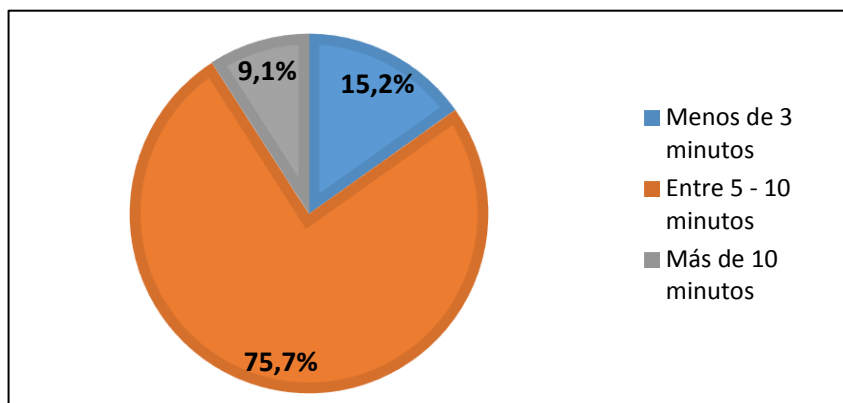


Figura 13. Tiempo en cola de ascensores.

Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la gráfica que el 75.8% de los usuarios considera que pasa en la cola entre 5-10 minutos, mientras que un 15.2% menciona que es menos a 3 minutos el tiempo en cola, y tan solo un 9.1% percibe que es más de 10 minutos.

6. ¿Cómo reducirías las colas?

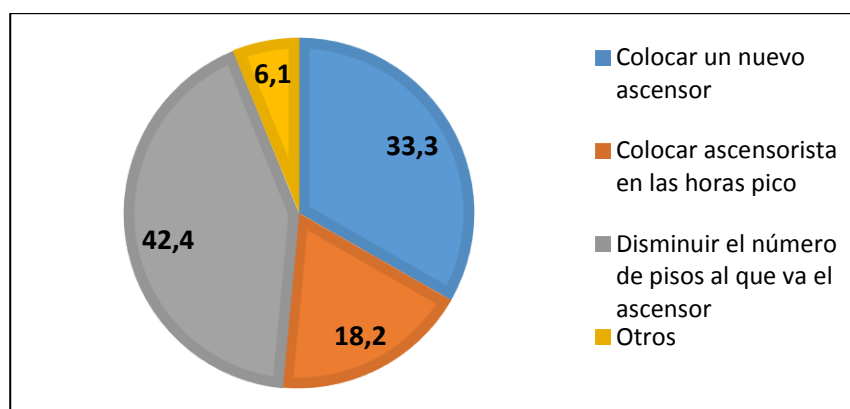


Figura 14. Reducción de colas.

Fuente: Elaboración propia

Según lo mostrado en la gráfica observamos que el 42.4% considera disminuir el número de pisos al que va el ascensor reduciría las colas, mientras que un 33.3% desea que se coloque un nuevo ascensor y tan solo un 18.2% requiere que se coloque un ascensorista en las horas pico.

7. ¿Cuántos pisos subirías por las escaleras?

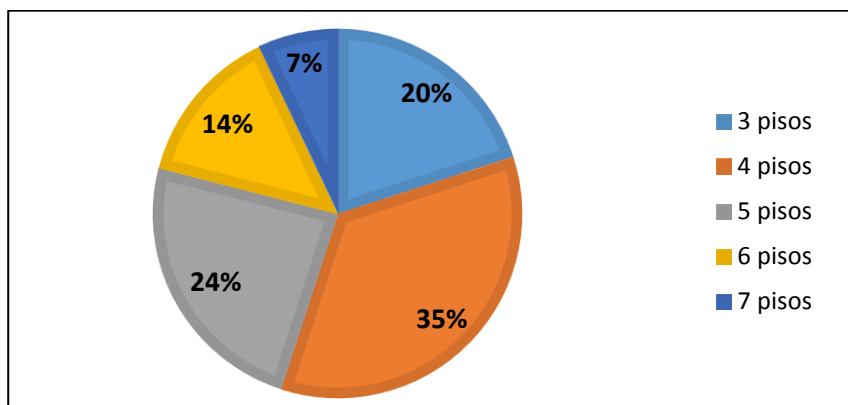


Figura 15. Número de pisos a subir por escaleras.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica se observa que el 35% subiría un máximo de 4 pisos, mientras que un 24% subiría 5 pisos, el 20% tan solo 3 pisos, el 14% subiría 6 pisos y el 7% subiría 7 pisos.

8. ¿Qué sistema de ascensores es más eficiente en las diferentes sedes de la universidad privada?

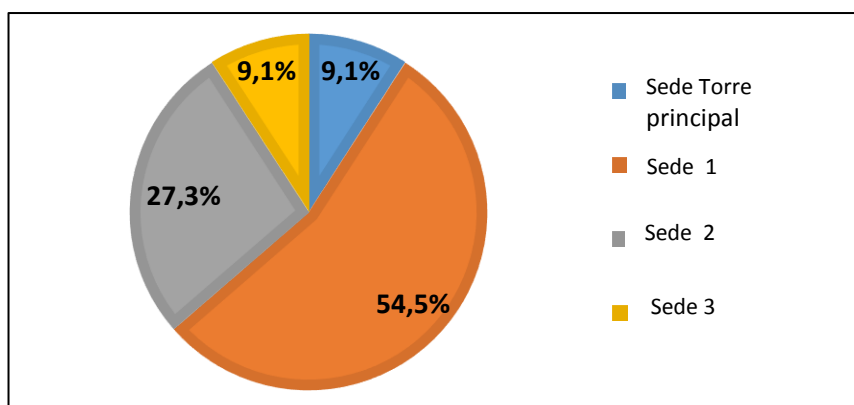


Figura 16. Eficiencia de ascensores según la sede.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la gráfica el 54.5% considera que las Sede 1 tiene un sistema de ascensores más eficientes en comparación con las otras sedes, mientras que la sede principal solo el 9.1% la considera eficiente.

Estudio de Tiempos

Mediante las siguientes tablas se recopila los tiempos necesarios como tiempo de llegada a un determinado piso, tiempos de espera, tiempos de ingreso, tiempo de retorno, entre otros.

Se realiza la toma de tiempos desde el piso 1 hasta los diferentes pisos que está asignado, en el horario de 18:00-19:00.

Tabla 2.

Toma de tiempos 1

ASCENSOR					
Día	Número de personas en cola	Hora de ingreso	Tiempo ingreso (seg)	Número de personas que ingresan	Tiempo de ciclo (min)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.

Toma de tiempos 2

ASCENSOR					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)

Fuente: Elaboración propia

Al realizar la toma de tiempos se observa que la cantidad de paradas influye mucho en el tiempo del viaje de una manera directamente proporcional, esto es debido a que el tiempo que se toman los usuarios en salir del ascensor se prolonga por que el ascensor está lleno.

De acuerdo a los datos obtenidos a través en las encuestas y la toma de tiempo, se concluye que la demora del tiempo de espera en cola es el problema principal en el servicio de los ascensores de la torre principal, generando malestar entre los usuarios por ende para encontrar la causa raíz a esta problemática se utilizará un diagrama causa – efecto y el diagrama de Pareto generando así una propuesta de mejora.

Ishikawa

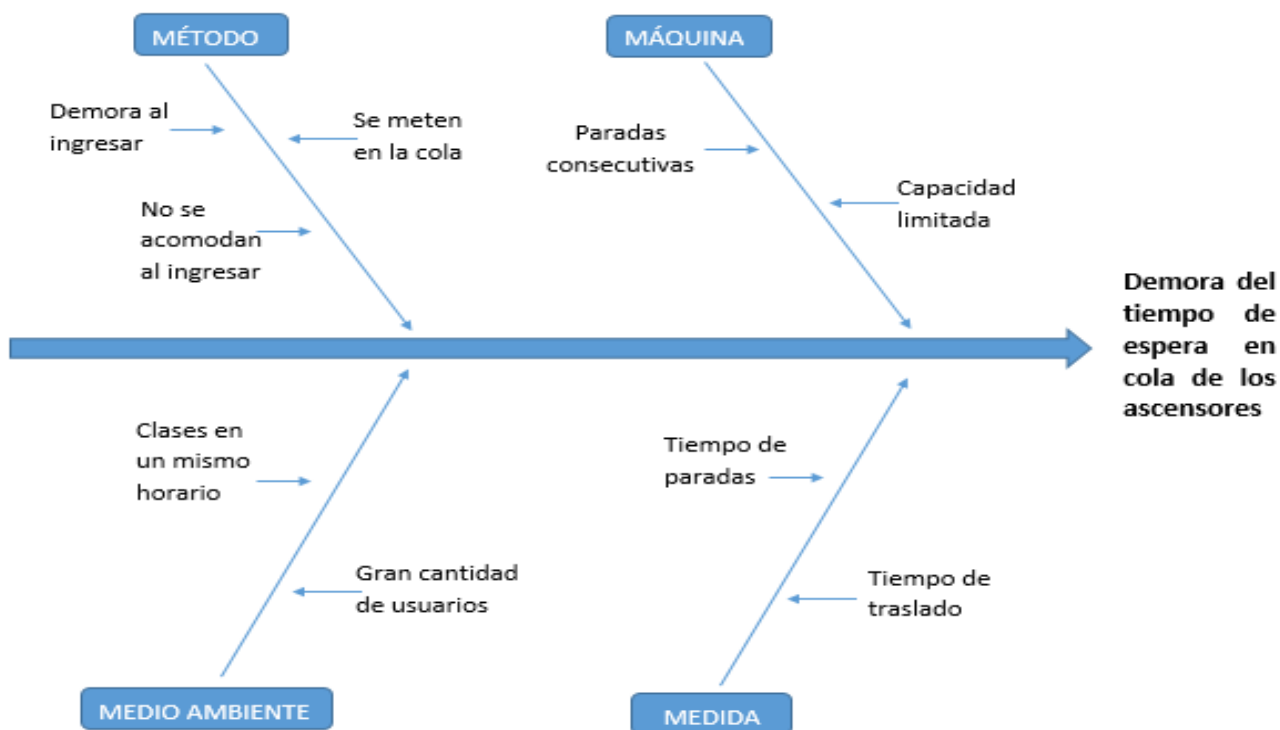


Figura 17. Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al diagrama presentado anteriormente las causas que genera el tiempo de espera en cola son: demora al ingresar, no se acomodan al ingresar, se meten en la cola, muchas paradas, poca capacidad, muchas clases en un mismo horario, cantidad de usuarios, tiempo de paradas elevado y largo tiempo de ciclo; estas mismas se analizaron mediante el diagrama de Pareto en el cual se observa que las principales causas raíces del tiempo de espera en cola fueron las muchas paradas, largo tiempo de ciclo, tiempo de paradas elevado; con los cuales al mejorarlas se solucionaría el 76.3% del problema principal.

Tabla 4.

Problemas del servicio

Problemas	Frecuencia	%	% Acumulado
Paradas consecutivas	92	26.50%	26.50%
Tiempo de traslado	88	25.60%	52.10%
Tiempo de paradas	83	24.20%	76.30%
No se acomodan al ingresar	52	13.90%	90.20%
Se meten en la cola	19	5.10%	95.30%
Demoran al ingresar	10	2.70%	98%
Capacidad limitada	4	1.20%	99.20%
Clases en el mismo horario	3	0.80%	100%
Total	351	100%	

Nota. Fuente: Elaboración propia

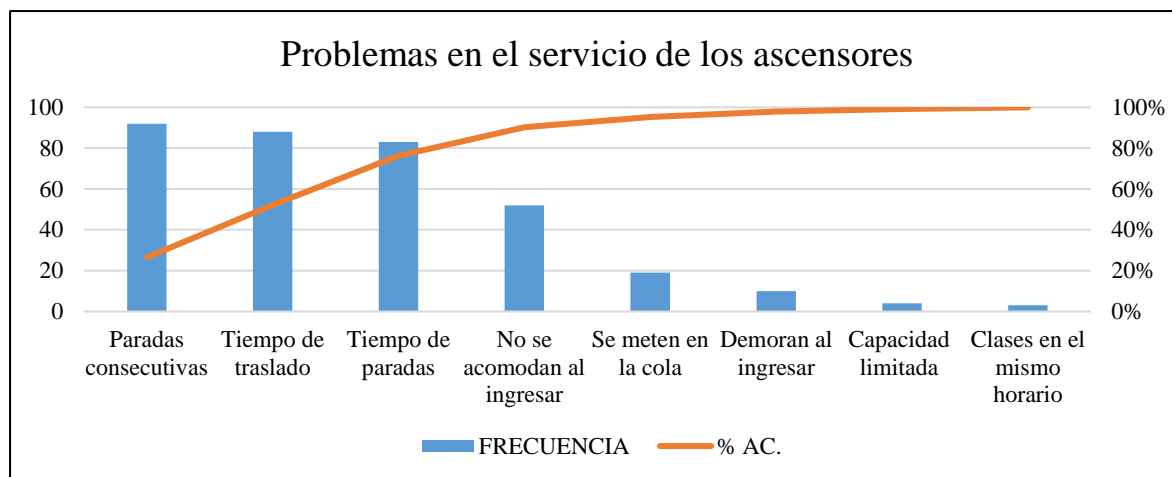


Figura 18. Problemas en el servicio de los ascensores

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes tablas se muestran los tiempos de cada uno de los ascensores:

Tabla 5.

Tiempos del ascensor 2

Ascensor 2 → 15 personas					
Pisos	Tiempo ingreso (seg)	Tiempo subida (seg)	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo retorno al piso 1 (seg)	Tiempo de ciclo (min)
Piso 1	00:00:31				
Piso 7		00:00:20	00:00:16		
Piso 8		00:00:12	00:00:16		00:03:05
Piso 9		00:00:12	00:00:15		
Piso 10		00:00:12	00:00:14	00:00:37	
Total		00:00:56	0:01:01		

Nota. Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 5, en el ascensor 2 ingresan un promedio de 15 personas, el tiempo de ingreso promedio de los usuarios en el primer piso es de 31 segundos, mientras que el tiempo de subida del primer al séptimo piso es de 20 segundos, así mismo el tiempo de subido del piso 7 al 8, del 8

al 9 y del 9 al 10 demora un promedio de 12 segundos para cada uno de ellos, además el tiempo que las personas demoran en bajar en los pisos 7, 8, 9 y 10 es un promedio de 16, 16, 15 y 14 segundos respectivamente, con un tiempo de retorno de 37 segundos desde el décimo al primer piso ; todo esto genera un tiempo de ciclo de 3:05 minutos para este ascensor.

Tabla 6.

Tiempos para el ascensor 3

Ascensor 3 → 17 personas					
Pisos	Tiempo ingreso (seg)	Tiempo subida (seg)	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo retorno al piso 1 (min)	Tiempo de ciclo (min)
Piso 1	00:00:34				
Piso 11		00:00:38	00:00:17		
Piso 12		00:00:12	00:00:16		
Piso 13		00:00:12	00:00:16		00:04:33
Piso 14		00:00:12	00:00:14		
Piso 15		00:00:12	00:00:12	00:01:18	
Total		0:01:26	0:01:15		

Nota. Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la tabla presentada anteriormente, en el ascensor 3 ingresan un promedio de 17 personas, el tiempo de ingreso promedio de los usuarios en el primer piso es de 34 segundos, mientras que el tiempo de subida del primer al onceavo piso es de 38 segundos, así mismo el tiempo de subido del piso 11 al 12, del 12 al 13, del 13 al 14 y del 14 al 15 demora un promedio de 12 segundos para cada uno de ellos, además el tiempo que las personas demoran en bajar en los pisos 11, 12, 13, 14 y 15 es un promedio de 17, 16, 16, 14 y 12 segundos respectivamente, con un tiempo de retorno de 1:18 minutos desde el quinceavo al primer piso ; todo esto genera un tiempo de ciclo de 4:33 minutos para este ascensor.

2.2. Análisis de resultados del diagnóstico

De acuerdo a las tablas 5 y 6 se muestra que el tiempo de ciclo del ascensor 2 es menor que el tiempo de ciclo del ascensor 3, debido a que este último va a un mayor número de pisos y también porque posee una asignación de pisos más elevados, así mismo mediante la aplicación de la teoría de colas se obtendrá datos para la simulación del sistema.

Tiempo de llegada de usuarios = 5 segundos

$$\frac{1}{\lambda} = 5 \text{ segundos}$$

$$\frac{1}{5 \text{ segundos}} = \lambda$$

$$\lambda = 0.2 \frac{\text{usuarios}}{\text{segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}}$$

$$\lambda = 12 \frac{\text{usuarios}}{\text{minutos}}$$

Esto quiere decir que llegan 12 usuarios cada minuto.

Ascensor 2

Tiempo de servicio= 3:05 minutos =185 *segundos*

$$\frac{1}{\mu} = \frac{185 \text{ segundos}}{15 \text{ usuarios}}$$

$$\frac{15 \text{ clientes}}{185 \text{ segundos}} = \mu$$

$$\mu = 0.08 \frac{\text{usuarios}}{\text{segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}}$$

$$\mu = 4.86 \frac{\text{usuarios}}{\text{minutos}}$$

El número de usuarios atendidos por minutos es de 4.86.

$$Wq = 6.07 \text{ minutos}$$

El tiempo de espera en cola del ascensor 2 es de 6.07 minutos.

Ascensor 3

Tiempo de servicio= 4:33 minutos =273 segundos

$$\frac{1}{\mu} = \frac{273 \text{ segundos}}{17 \text{ usuarios}}$$

$$\frac{17 \text{ clientes}}{273 \text{ segundos}} = \mu$$

$$\mu = 0.06 \frac{\text{usuarios}}{\text{segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}}$$

$$\mu = 3.74 \frac{\text{usuarios}}{\text{minutos}}$$

El número de usuarios atendidos por minutos es de 3.74.

$$Wq = 8.35 \text{ minutos}$$

El tiempo de espera en cola del ascensor 3 es de 8.35 minutos.

Simulación

El programa ARENA es un simulador en la cual nos permitirá comprobar la solución propuesta.

En las siguientes imágenes se observarán las simulaciones de los ascensores de la torre principal, en los cuales se utilizarán y confirmará los datos obtenidos con la teoría de colas.

Simulación del ascensor 2

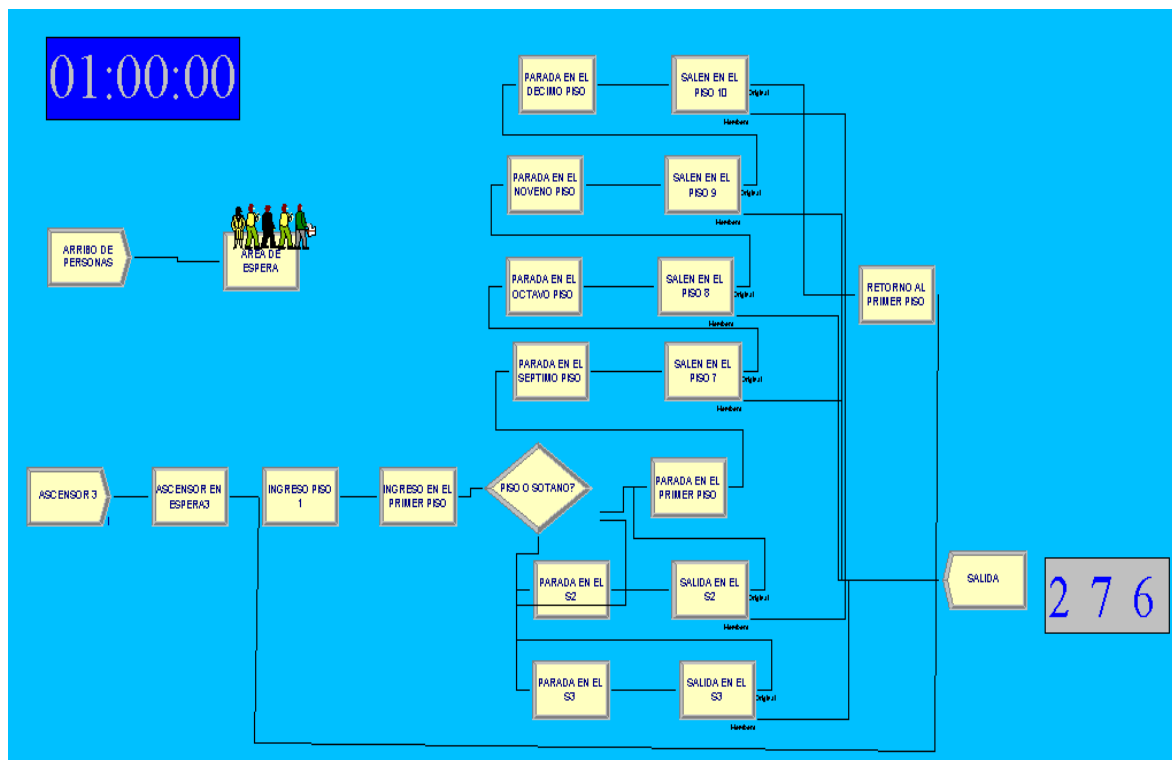


Figura 19. Ascensor 2

Fuente: Elaboración propia

Para la simulación del ascensor 2 se utiliza los datos obtenidos en la teoría de colas y de la tabla 5, resultando que en la hora pico logra atender un promedio de 276 usuarios, generando un tiempo de espera en cola de 6 minutos.

Simulación del ascensor 3

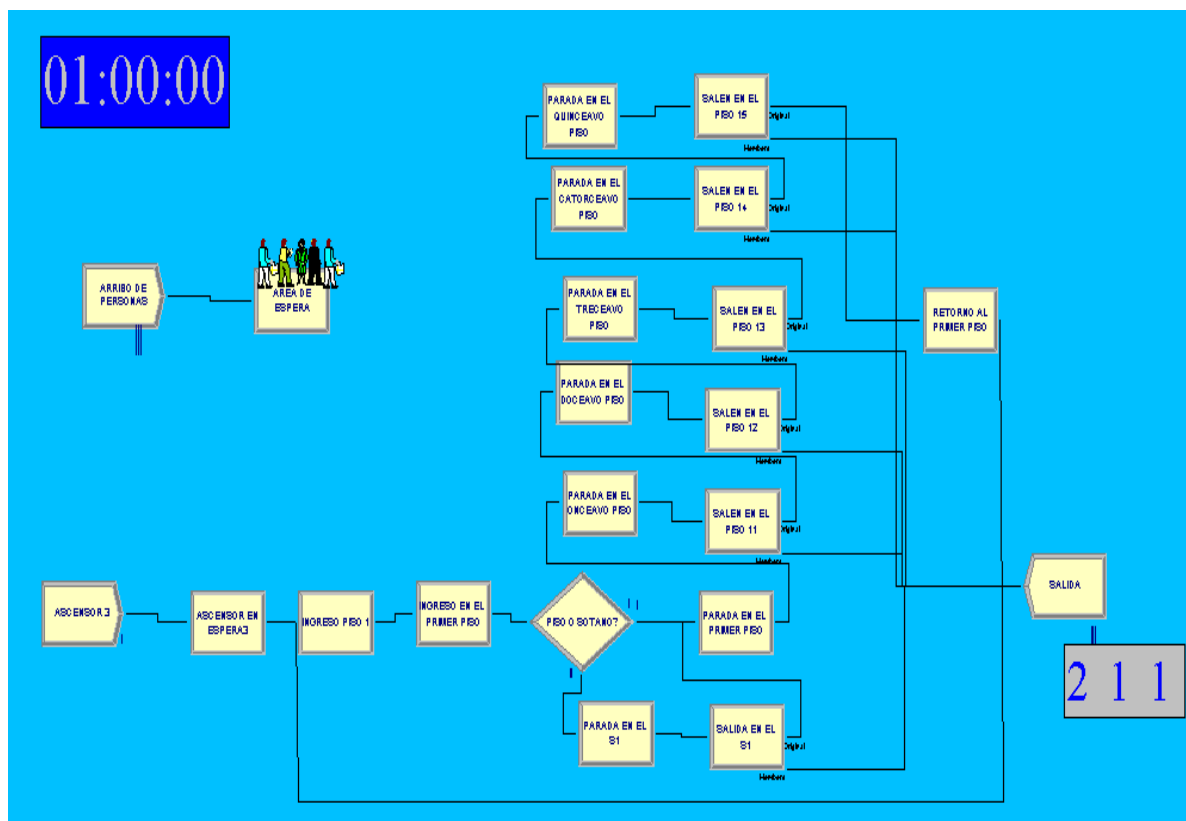


Figura 20. Ascensor 3

Fuente: Elaboración propia

En la simulación del ascensor 3 se utiliza los datos de la tabla 6 y los obtenidos mediante la teoría de colas, resultando que en la hora pico logra atender un promedio de 211 usuarios, generando un tiempo de espera en cola de 8 minutos.

En la siguiente tabla se muestra la cantidad de personas que en promedio son atendidos por el servicio de los ascensores:

Tabla 7.

Cantidad de personas atendidas

Servidores	Cantidad de personas
Ascensor 2	276
Ascensor 3	211
Total	487

Nota. Fuente: Elaboración propia

El número promedio de usuarios atendidos por los ascensores 2 y 3 durante la hora pico es de 487 personas.

Tabla 8.

Personas en cola

Servidores	Cantidad de personas en cola
Ascensor 2	34
Ascensor 3	43
Total	77

Nota. Fuente: Elaboración propia

Mediante la simulación realizada obtiene el número promedio de usuarios que esperan en cola para el uso de los ascensores respectivamente, generando un total de 77 personas en el área de ascensores, los cuales generan un desorden en la primera planta.

2.3. Diseño de la propuesta de mejora

De acuerdo a los datos obtenidos, se aplica la teoría de colas para evaluar y proponer una mejora para satisfacer a los usuarios y a su vez servirá para simularlo mediante el programa Arena.

Como propuesta de mejora se tiene la reasignación de pisos para ambos ascensores, dicha propuesta abarca en piso 1,7 y 12 ya que, según los resultados de las encuestas obtenidas y mediante la observación, los usuarios están dispuestos a subir por las escaleras un promedio de 4 a 5 pisos, si bien los pisos del 1-5 no se toma en cuenta porque no tienen mucha demanda de paradas, debido a las pocas clases en el horario donde se produce la mayor congestión y el piso 6 es para administrativo, por ende lo requieren pocos usuarios; por ello la nueva distribución empieza con el piso 7, para luego subir al piso 12; así mismo los pisos superiores a este tienen menor demanda ya que los salones poseen poca capacidad de usuarios y tienen menor cantidad de clases en las horas pico.

Tabla9.

Propuesta de Mejora

Pisos	Tiempo ingreso (seg)	Tiempo subida (seg)	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)	Tiempo de ciclo (min)
Piso 1	00:00:31				
Piso 7		00:00:20	00:00:15		00:02:16
Piso 12		00:00:15	00:00:15	00:00:40	
Total		0:00:35	0:00:30		

Nota. Fuente: Elaboración propia

Para realizar la tabla presentada anteriormente se utiliza como base los datos del diagnóstico actual , proponiendo así una nueva reasignación de pisos que conlleva el 1, 7 y 12, donde

ingresarán un promedio de 17 usuarios ,el tiempo de ingreso promedio de los usuarios en el primer piso será de 31 segundos, mientras que el tiempo de subida del primer al séptimo piso es de 20 segundos, así mismo el tiempo de subido del piso 1 al 7 y del 7 al 12 demorará un promedio de 20 y 15 segundos para cada uno de ellos, además el tiempo que las personas demoran en bajar en los pisos 7 y 12 será un promedio de 15 segundos respectivamente, con un tiempo de retorno de 40 segundos desde el doceavo al primer piso ; todo esto genera un tiempo de ciclo de 2:16 minutos para estos ascensores.

Aplicación de la teoría de colas para la propuesta de mejora:

$$\lambda = 12 \frac{\text{usuarios}}{\text{minutos}}$$

Tiempo de servicio= 2.16 minutos =136 *segundos*

$$\frac{1}{\mu} = \frac{136 \text{ segundos}}{17 \text{ usuarios}}$$

$$\frac{17 \text{ clientes}}{136 \text{ segundos}} = \mu$$

$$\mu = 0.125 \frac{\text{usuarios}}{\text{segundos}} * \frac{60 \text{ segundos}}{1 \text{ minuto}}$$

$$\mu = 7.5 \frac{\text{usuarios}}{\text{minutos}}$$

El número de usuarios atendidos por minutos es de 7.5.

Tiempo de espera:

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

$$p_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} + \frac{(\lambda/\mu)^s}{s!} \left(\frac{s\mu}{s\mu - \lambda} \right)}$$

$$p_0 = \frac{1}{\frac{(12/7.5)^0}{0!} + \frac{(12/7.5)^1}{1!} + \frac{(12/7.5)^2}{2!} \left(\frac{2*7.5}{2*7.5 - 12} \right)} = 0.111$$

$$L_q = \frac{(\lambda/\mu)^s \lambda \mu}{(s-1)! (s\mu - \lambda)^2} * p_0 = \frac{(12/7.5)^2 * 12 * 7.5}{(2-1)! (2*7.5 - 12)^2} * 0.111 = 2.84 \text{ clientes}$$

$$W_q = 0.24 \text{ minutos} = 14.4 \text{ segundos}$$

$$W_q = 0.24 \text{ minutos} * 17 = 4.08 \text{ minutos}$$

El tiempo de espera en cola para la propuesta de mejora es de 4.08 minutos.

Mediante la simulación en el programa Arena, con los datos de la propuesta de mejora que se observan en la tabla 9 y los obtenidos en la teoría de colas, resulta que en el horario pico se logrará atender un promedio de 383 usuarios, generando un tiempo de espera en cola de 4 minutos.

Simulación de la propuesta de mejora.

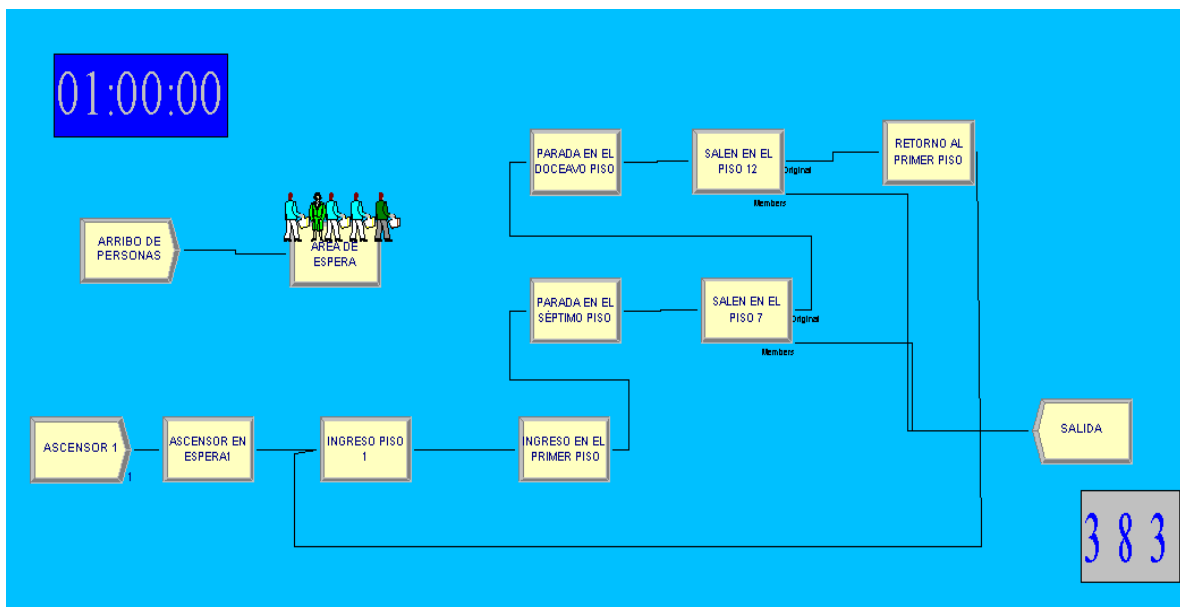


Figura 21. Propuesta de mejora

Fuente: Elaboración propia

Por lo tanto, el número de personas atendidas con la propuesta en horario pico por los ascensores 2 y 3 son 766 usuarios en promedio.

3. Resultados esperados

De acuerdo a la información obtenida a través de la presente investigación, la teoría de colas se utilizó como base para la descripción del servicio de los ascensores en la torre principal de la universidad privada, en la que se utilizó el servidor Arena para comparar el estado actual con la propuesta de mejora obteniendo así una disminución en los tiempos de espera para los alumnos, docentes y personal administrativo en las horas en que se genera mayor demanda del servicio.

En las siguientes tablas se muestra el porcentaje de disminución y aumento de las dimensiones investigadas:

Tabla 10.

Tiempo de espera del servicio actual y propuesto de los ascensores

Servidores	Tiempo de espera		Disminución%
	Actual	Propuesta	
Ascensor 2	6 minutos	4 minutos	33.33%
Ascensor 3	8 minutos	4 minutos	50%

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se observa que con la nueva asignación de pisos el tiempo de espera disminuye hasta 4 minutos con un porcentaje de 33.33% y 50% para los ascensores 2 y 3 respectivamente.

Tabla 11

Tiempo de paradas del servicio de los ascensores

Asignación	Tiempo de paradas		Disminución %
	Actual	Propuesta	
Ascensor 2	01:01 minutos	30 segundos	50.82%
Ascensor 3	01:15 minutos	30 segundos	60.00%

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el tiempo de paradas disminuye hasta 30 segundos con un porcentaje de 50.82% y 60% para los ascensores 2 y 3 respectivamente.

Tabla 12

Tiempo de traslado del servicio de los ascensores

Asignación	Tiempo de traslado		Disminución %
	Actual	Propuesta	
Ascensor 2	56 segundos	35 segundos	37.50%
Ascensor 3	01:26 minutos	35 segundos	50%

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se muestra que el tiempo de traslado disminuye hasta 35 segundos con un porcentaje de 37.50% y 50% para los ascensores 2 y 3 respectivamente.

Tabla 13.

Tiempo de Ciclo del servicio de los ascensores

Asignación	Tiempo de ciclo		Disminución %
	Actual	Propuesta	
Ascensor 2	3:05 minutos	2:16 minutos	29.18%
Ascensor 3	4:33 minutos	2:16 minutos	50.12 %

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la tabla anterior que el tiempo de ciclo con la nueva propuesta disminuye hasta 2:16 minutos con un porcentaje de 29.18% y 50.12% para los ascensores 2 y 3 respectivamente.

Tabla 14

Número de personas atendidas del servicio

Número de personas	Actual	Propuesta	Aumento %
	487	766	57.29%

Nota. Fuente: Elaboración propia

Se observa que el porcentaje de personas que son atendidas por la nueva asignación de pisos en los sistemas de ascensores aumenta un 57.29%.

Tabla 15.

Cantidad de personas en cola para los ascensores

Servidores	Actual	Propuesta
Ascensor 2	34	27
Ascensor 3	43	27
Total	77	54

Nota. Fuente: Elaboración propia

Mediante la simulación realizada para la propuesta de mejora se obtiene el número promedio de usuarios que esperan en cola para el uso de los ascensores respectivamente, generando un total de 54 usuarios, reduciendo así en un 29.87 %.

4. Análisis y discusión

4.1. Análisis

Mediante la nueva propuesta de asignación de pisos para los ascensores durante las horas pico el tiempo de espera disminuyó en un 33.33% para el ascensor 2, y un 50% para el ascensor 3, el tiempo de paradas se redujo el 50.82% y 60% para el ascensor 2 y 3 respectivamente, el tiempo de traslado se disminuyó un 37.50% para el ascensor 2 y 50% en los ascensores 3 y el tiempo de ciclo se redujo en un 29.18% y un 50.11% para el ascensor 2 y 3 respectivamente, esto conlleva a que el número de usuarios atendidos se eleve en un 57.29%. Por lo tanto, se muestra que con la propuesta de mejora se reducirá un porcentaje significativo a la problemática de esta investigación.

Además, esta propuesta trae diversos beneficios para los usuarios de la torre principal, como los mencionados a continuación:

Los alumnos llegarán a tiempo a sus clases, evitando inconvenientes en la semana de exámenes, docentes y personal administrativo podrán marcar a tiempo evitando así pérdidas monetarias.

4.2. Discusión

En los siguientes párrafos se procede a comparar los resultados obtenidos con otras tesis relacionadas al tema.

Mediante el desarrollo de la presente investigación, al aplicar la teoría de colas se obtuvo la descripción del servicio en los ascensores durante las horas con mayor demanda, obteniendo datos más precisos el cual permite una evaluación del comportamiento del sistema, proponiendo una nueva reasignación de pisos para los ascensores de acuerdo a las necesidades percibidas en

los usuarios con el cual se logró mejorar el tiempo de espera en más de un 30% para generar una mayor satisfacción en estos. Al igual que lo menciona, Carzola, F. (2014) en su tesis: “Análisis Estadístico Mediante Teoría de Colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del Hospital Provincial General Docente De Riobamba”, Riobamba, Ecuador. Menciona que mediante el estudio de la teoría de colas se puede identificar el nivel de servicio en la satisfacción del paciente. Determinando que solo el 8% de estos dicen que es muy buena la atención. Por ello, plantea incrementar dos servidores de ventanilla para la atención del cliente aumentando en un 40% la satisfacción de estos. Así mismo, Agilar, G.; Cruz, M. & Regalado, H. (2014), en su tesis “Modelo de la Teoría de Colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de Medicina General de la Unidad Comunitaria de Salud Familiar Zacamil, Municipio de Mejicanos, Departamento de San Salvador, El Salvador”, mediante la utilización de la teoría de colas los autores plantean tres propuestas para ambos turnos, las cuales son: cambios de horario, contratación de médicos por horas y uno permanente, para así disminuir los tiempos en cola. Por lo cual, en la primera propuesta se dio como resultado que el tiempo en servicio en el primer turno se redujera hasta 45 minutos y para el siguiente turno hasta 18 minutos. Para la segunda propuesta el tiempo se disminuyó hasta 152 minutos para el primer turno y el segundo hasta 18 minutos. Por último, en la tercera propuesta el tiempo de servicio se redujo hasta 31 minutos, obteniendo así una mayor optimización del servicio.

Por consiguiente, en la propuesta de mejora se disminuye los tiempos de ciclo, paradas, traslado entre otros, en su mayoría en más de un 50% logrando aumentar la cantidad de usuarios trasladados en la hora pico y disminuyendo el número de personas en la formación de la cola, generando un mejor servicio. Así como lo indica, Milla, J. (2017), en su tesis: “Aplicación de la

Teoría de Colas para reducir el tiempo de espera de los clientes en el área de cajas de Hipermercados Tottus”, Lima, Perú. Nos menciona que los problemas que generan las colas son: pérdida de tiempo, malestar, incomodidad, etc. Al aplicar la teoría de colas ha optimizado sus servicios en un 65% y 61% para el servicio normal y preferencial respectivamente, lo que implica una mejora en el servicio brindado, aumentando la satisfacción de cliente en Hipermercado Tottus. Así mismo, Navarro, J. (2017), en su tesis: “Teoría de colas para el mejoramiento del proceso de atención del área de plataforma. La Positiva Seguros y Reaseguros. Chimbote, 2016.” Aplica la teoría de colas para evaluar el comportamiento del proceso de atención en la plataforma y realiza encuestas para medir la calidad y el índice de percepción de los usuarios, lo cual concluyo que el problema principal es el tiempo de espera. Por lo tanto, propone la instalación de 2 servidores logrando reducir el tiempo en un 89%. Sin embargo, Huamán, S. & Sandoval, S. (2017), en su tesis: “Optimización de las líneas de espera en el proceso de atención al cliente del BCP Tarma, en el periodo 2014”, Tarma, Perú. Menciona que al aplicar la teoría de colas se puede demostrar que en la entidad bancaria es óptima la gestión de líneas de espera ya que de acuerdo al análisis de sensibilidad se puede notar que, con 3 servidores, como actualmente se trabaja funciona al 100% en el BCP- Tarma.

Mediante el uso del simulador arena con los datos obtenidos en la teoría de colas y la toma de tiempos se observa el comportamiento del sistema en las diferentes situaciones, tanto en la situación actual como en la propuesta, donde se muestra que el tiempo de espera para el ascensor 2 disminuye de 6 a 4 minutos y para el ascensor 3 disminuye de 8 a 4 minutos, obteniendo un porcentaje de disminución de 33.3% y 50% respectivamente, así mismo el número de personas atendidas en el servicio actual es de 487 y en el propuesto es de 766, obteniendo un aumento del 57.29%, generando una optimización en el servicio. Así como lo menciona, Vallejos, Y.;

Alfonzo, P. & Mariño, S. (2017), en la Revista Publicando en el artículo titulado “Teoría de colas. Propuesta de un simulador didáctico”, Quito, Ecuador. Donde mencionan que la teoría de colas logra mejorar los tiempos de espera de un servicio, que mediante el uso de un simulador se da la visualización y representación gráfica de este para determinar los problemas y soluciones del sistema. Así mismo, Laura, A. (2018), en su tesis: “Aplicación de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides – Lima”. Mediante la teoría de colas describe el sistema actual del supermercado y desarrolla la propuesta de mejora en distintos escenarios, utilizando el programa Arena para comprobar el comportamiento del sistema actual y el propuesto, donde toma como solución la implementación de 1 cajero, en donde menciona que un promedio 520 personas son atendidas actualmente mientras que en la propuesta de mejora se atiende un promedio de 571 usuarios lo que demuestra un aumento significativo en el servicio.

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

- Mediante la aplicación de la teoría de colas se propone la reasignación de pisos, generando una reducción en el tiempo de ciclo de 29.18% para el ascensor 2 y de 50.12% para el ascensor 3.
- Al aplicar la teoría de colas y la simulación se logra reducir el tiempo de paradas para ambos ascensores, obteniendo una disminución del 50.82% para el ascensor 2 y 60% para el ascensor 3.
- En la toma de datos se obtuvo un tiempo de traslado de 36 segundos y 01:26 minutos para el ascensor 2 y 3 respectivamente, que al desarrollar la teoría de colas y generar la propuesta de mejora se tiene un tiempo de traslado de 35 segundos para ambos ascensores, disminuyendo en un 37.50% para el ascensor 2 y 50% para el ascensor 3.

5.2. Recomendaciones

- Para la reasignación de pisos en los ascensores se debe tener en cuenta a las personas que poseen movilidad reducida, para evitar quejas e incomodidad por parte de estos.
- Realizar encuestas anualmente a los alumnos, profesores y el personal administrativo sobre el servicio brindado en los ascensores para determinar si el servicio es bien percibido por estos y en que se puede ir mejorando.
- Se recomienda mejorar la señalización en las escaleras, para una mejor visualización, y dentro de los ascensores para el uso adecuado de este.

6. Bibliografía

- Agilar, G., Cruz, M., & Regalado, H. (2014). *Modelo de la Teoría de Colas para optimizar los tiempos de espera de los pacientes de Medicina General de la Unidad Comunitaria de Salud Familiar Zacmil, Municipio de Mejicanos, Departamento de San Salvador*. Tesis de grado, Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Económicas, San Salvador, El Salvador. Obtenido de <http://ri.ues.edu.sv/6815/1/TEISIS%20MODELO%20DE%20TEORIA%20DE%20COLAS%20BIBLIOTECA.PDF..pdf>
- Arias, J., & Correa, M. (2016). : *Estudio de La Teoría De Colas como una metodología en La Optimización de Tiempo del Departamento de Control en La Municipalidad de San Nicolás, Provincia de Ñuble*. Tesis de Grado, Universidad del Bio-Bio, Facultad de Ciencias Empresariales, Chillán, Chile. Obtenido de <http://repopib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/1512/1/Arias%20Caro%2C%20Josefa%20Elisabeth.pdf>
- Bravo, K., Dávila, J., & Peñaherrera, F. (2018). Importancia de los Estudios de Tiempos en el proceso de Comercialización de las Empresas. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/oel/2018/05/comercializacion-empresas-ecuador.html>
- Carzola, F. (2014). *Análisis estadístico mediante Teoría de colas para determinar el nivel de satisfacción del paciente atendido en el departamento de admisiones del hospital provincial general docente de Riobamba*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Escuela de Física y Matemática, Riobamba, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/3207/1/226T0026.pdf>

- García, J. (2016). *Aplicando Teoría de Colas en Dirección de Operaciones*. Universidad Politécnica de Valencia. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de Organización de Empresas, Valencia, España. Obtenido de <http://personales.upv.es/jpgarcia/linkedddocuments/teoriadecolasdoc.pdf>
- Hanoi. (2017). *Thangmayhanoi*. Obtenido de <http://thangmayhanoi.net/van-hoa-su-dung-thang-may.html>
- Herreo, L. (2017). *Reducción del lead time y mejora de la eficiencia en los procesos de una planta de fabricación de componentes para el sector del automóvil*. Tesis de Grado, Universidad de Valladolid, Escuela de Ingeniería Industriales, Valladolid, España. Obtenido de <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/23022/1/TFG-I-583.pdf>.
- Hillier, F. (2015). *Investigación de Operativas* (Décima ed.). Santa Fe, México: McGraw-Hill/Interamericana.
- Huamán, S., & Sandoval, S. (2017). *Optimización de las líneas de espera en el proceso de atención al cliente del BCP Tarma, en el periodo 2014*. Tesis Profesional, Universidad, CIENCIAS APLICADAS, Tarma, Perú. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4705/Huaman%20Barzola%20-%20Sandoval%20Vasquez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Laura, A. (2018). *Aplicación de la teoría de colas en la atención de clientes en los cajeros de supermercados Vivanda tienda de Benavides – Lima*. Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú. Obtenido de <http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/309/1/TESIS%20ALANIA%20OSORIO%20LAURA.pdf>

López, E., & Triay, J. (2018). Teoría de colas aplicada al estudio del sistema de una farmacia.

Revista Cubana de Informática Médica, 10(1), 3-15. Obtenido de

<http://scielo.sld.cu/pdf/rcim/v10n1/rcim02118.pdf>

Milla, J. (2017). *Aplicación de la Teoría de Colas para reducir el tiempo de espera de los*

clientes en el area de cajas de Hipermercados Tottus. Tesis Profesional, Universidad

Cesar Vallejo, Gestión empresarial y productiva, Lima, Perú. Obtenido de

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/17098/milla_fj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Molano, A., & Materón, C. (2018). *Reducción del tiempo de ciclo para el aumento de la*

productividad en el proceso de elaboración de concentrado para gallinas ponedoras.

Obtenido de

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/5545/1/Reduccion_Tiempo_Ciclo_Molano_2017.pdf

Navarro, J. (2017). *Teoría de colas para el mejoramiento del proceso de atención del área de*

plataforma. La positiva seguros y reaseguros. Chimbote, 2016. Tesis de grado,

Universidad César Vallejo, Ingeniería Industrial, Trujillo, Perú. Obtenido de

http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/10303/navarro_rj.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Patiño, D. (2017). *Aplicación de metodología Lean Manufacturing para una línea de producción*

en el sector automotriz. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de

Ingeniería, México. Obtenido de

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/13872/Tesis.pdf?sequence=1>

Syscom. (2017). Obtenido de <https://www.syscomblog.com/2017/05/control-de-acceso-tambien-para.html>

Torres, P. (2017). *Simulación de sistemas con el Software Arena* (Segunda ed.). Lima, Perú: Universidad de Lima.

Vallejos, Y., Alfonzo, P., & Marino, S. (2017). Teoría de colas. Propuesta de un simulador didáctico. *Revista Publicando*, 13(1), 5-20. Obtenido de https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/771/pdf_581

Velázquez, G. (2018). *Modelos de Teoría de colas*. Universidad de Sevilla, Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Sevilla, España. Obtenido de <https://idus.us.es/xmlui/bitstream/handle/11441/77595/Esteban%20Vel%C3%A1zquez%20Gabriel%20TFG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexo 1: Glosario

Ciclo: período de tiempo en el cual se desarrollan etapas, que al finalizar se vuelven a repetir en el mismo orden.

Congestión: Acumulación de un determinado elemento, pueden ser cosa o personas, que generan desorden y bloqueo del paso en un lugar específico.

Hora punta: Nombre que se le da a un tiempo o periodo determinado en el que frecuentemente se generan congestionamiento de cosas o personas, también es llamado hora pico.

Líneas de espera: Es el resultado cuando la demanda supera la capacidad del servicio en un determinado lugar, lo cual produce la formación de colas por personas o cosa.

Reasignación: Volver a establecer una conexión entre algo o alguien con el fin de llevar a cabo un determinado objetivo.

Servicio: Acciones las cuales son realizadas para servir a alguien, algo o alguna causa.

Simulación: Experimentación con un modelo que imita ciertos aspectos de la realidad. El cual permite trabajar en condiciones similares a las reales.

Velocidad media: Distancia que recorre un objeto dividido por el tiempo transcurrido.

Anexo 2: Ficha del Trabajo de Investigación

FACULTAD: Ingeniería

CARRERA: Ingeniería Industrial

1. Título del Trabajo de Investigación propuesto

Teoría de colas para la reducción del tiempo de ciclo de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.

2. Indica la o las competencias del modelo del egresado que serán desarrolladas fundamentalmente con este Trabajo de Investigación:

- Análisis estadístico
- Desarrollo de herramientas de la carrera
- Análisis de datos
- Solución de un problema

3. Número de alumnos a participar en este trabajo.

Número de alumnos: 2

4. Indica si el trabajo tiene perspectivas de continuidad, después de obtenerse el Grado Académico d Bachiller, para seguirlo desarrollando para la titulación por la modalidad de Tesis o no.

Si

5. Enuncia 4 o 5 palabras claves que le permitan realizar la búsqueda de información para el Trabajo en Revistas Indizadas en WOS, SCOPUS, EBSCO, SCIELO, etc., desde el comienzo del curso y obtener así información de otras fuentes especializadas. Ejemplo:

Palabras Claves	REPOSITORIO 1	REPOSITORIO 2	REPOSITORIO 3
Teoría de colas	SCOPUS	SCIELO	RENATI
Atención al cliente	SCOPUS	RENATI	UCV
Simulación de sistemas	SCIELO	SCOPUS	RENATI
Sistemas de colas	SCOPUS	RENATI	UCV

6. Como futuro asesor de investigación para titulación colocar:

(Indique sus datos personales)

- a. Nombre: Ronald Martin Vera Cuya
- b. Código docente: E16424
- c. Correo institucional:
- d. Teléfono:

7. Especifica si el Trabajo de Investigación:

(Marca con un círculo la que corresponde, puede ser más de una)

- a. Contribuye a un trabajo de investigación de una Maestría o un doctorado de algún profesor de la UTP.
- ☒ b. Está dirigido a resolver algún problema o necesidad propia de la organización.
- c. Forma parte de un contrato de servicio a terceros.
- d. Corresponde a otro tipo de necesidad o causa (explicar el detalle):_____

8. Explica de forma clara y comprensible los objetivos o propósitos del trabajo de investigación

El trabajo de investigación tiene como objetivo solucionar la problemática del servicio de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, ya que se produce la formación de largas colas en horarios determinados provocando incomodidad a los alumnos, profesores y personal administrativo.

9. Brinde una primera estructuración de las acciones específicas que debe realizar el alumno para que le permita iniciar organizadamente su trabajo

- Toma de tiempos de ciclo
- Toma de tiempos de entradas y salidas de los usuarios.
- Toma de tiempos de llegadas de los usuarios.
- Diseñar el modelo de simulación.
- Evaluar alternativas

10. Incorpora todas las observaciones y recomendaciones que consideres de utilidad para el alumno y a los profesores del curso con el fin de que desarrollen con éxito todas las actividades

- La Información recolectada debe ser de bases de datos confiables
- Debe tener relación el título, los objetivos y propuesta de solución.
- El trabajo debe ser de aplicación práctica en la realidad.
- El trabajo de investigación debe contener datos reales y fuentes confiables.
- El desarrollo de la investigación debe estar basado en trabajos relacionados tanto nacionales como internacionales.
- El tiempo establecido se debe tener en cuenta para el desarrollo de la investigación.

11. Fecha y docente que propone la tarea de investigación

Fecha de elaboración de ficha (día/mes/año): 22/ 08/ 2019

Docente que propone la tarea de investigación: Jenny Elizabeth Jaico Carranza

**12. Esta Ficha de Tarea de Investigación ha sido aprobada como Tarea de Investigación
para el Grado de Bachiller en esta carrera por:**

(Sólo para ser llenada por la Facultad)

Nombre: _____

Código: _____

Cargo: _____

Fecha de aprobación de ficha (día/mes/año): ____/____/____

Anexo 3: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	
¿De qué manera la teoría de colas reducirá el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?	Determinar que la teoría de colas reducirá el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores en la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.	Aplicando la teoría de colas se reducirá significativamente el tiempo de ciclo en el servicio de los ascensores de la torre principal de una universidad privada.	<p>Enfoque: Mixto</p> <p>Tipo: Descriptivo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Forma: Aplicativo</p> <p>Muestra:</p> <p>Usuarios que utilizan los ascensores en las horas pico.</p> <p>18:00-19:00</p> <p>20:00-20:30</p> <p>Encuesta:</p> $n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$ <p>n= 351 usuarios</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	
¿De qué manera la teoría de colas reducirá el tiempo de paradas del tiempo de ciclo en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?	Determinar que la Teoría de Colas reducirá el tiempo de paradas en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.	La teoría de colas logrará reducir significativamente el tiempo de paradas en los ascensores de la torre principal de una universidad privada.	
¿De qué manera la teoría de colas podrá reducir el tiempo de traslado del tiempo de ciclo en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019?	Determinar que la Teoría de Colas reducirá el tiempo de traslado en los ascensores de la torre principal de una universidad privada, Lima 2019.	La teoría de colas podrá reducir significativamente el tiempo de traslado en los ascensores de la torre principal de una universidad privada.	

Anexo 4: Matriz de variables

	Variables	Dimensiones	Indicadores
VARIABLE INDEPENDIENTE	Teoría de la Cola	Tiempo de llegada	Tasa promedio de llegadas
		Tiempo de servicio	Velocidad media
		Tiempo de espera	Tiempo estimado que emplea un cliente esperando en la cola.
VARIABLE DEPENDIENTE	Tiempo de ciclo	Tiempo de paradas	Tiempo desde que el ascensor llega a un piso hasta que parte nuevamente.
		Tiempo de traslado	Tiempo de desplazamiento del ascensor durante el ciclo

Anexo 5: Encuesta de ascensores

Edad: _____				FECHA: _____			
Sexo:							
<input type="checkbox"/>	Masculino	<input type="checkbox"/>	Femenino				
<input type="checkbox"/>	Alumno	<input type="checkbox"/>	Docente				
<input type="checkbox"/>	Pregrado	<input type="checkbox"/>	CGT	<input type="checkbox"/>	Posgrado		

1. El servicio de los ascensores en la Torre principal es:
☐ Excelente ☐ Bueno ☐ Regular ☐ Malo ☐ Desastroso
2. ¿Con que frecuencia usas el ascensor?
☐ Siempre ☐ Casi Siempre ☐ A veces ☐ Rara vez ☐ Nunca
3. ¿Cuál es el problema del servicio de los ascensores?, enumere siendo 1 de menor importancia y 5 de mayor importancia.
 ____ Tiempo de espera en cola
 ____ Se meten en la cola
 ____ Capacidad del ascensor
 ____ Demora al ingresar
 ____ Otros:
4. ¿Por qué consideras que se generan colas?, enumere siendo 1 de menor importancia y 5 de mayor importancia.
 ____ No se acomodan al ingresar al ascensor
 ____ El ascensor va a muchos pisos
 ____ Tiempo de espera muy largo
 ____ Personas suben al ascensor en los diferentes pisos
 ____ Otros:
5. ¿Cuánto tiempo consideras que pasas en la cola del ascensor?
☐ Menos de 3 minutos ☐ Entre 5 – 10 minutos ☐ Más de 10 minutos
6. ¿Cómo reducirías las colas?
☐ Colocar un nuevo ascensor ☐ Colocar ascensorista en las horas pico
☐ Disminuir el número de pisos al que va el ascensor ☐ Otro:
7. ¿Cuántos pisos subirías por las escaleras?

8. ¿Qué sistema de ascensores es más eficiente en las diferentes Sedes de la universidad privada?
☐ Sede Torre principal ☐ Sede 2
☐ Sede 1 ☐ Sede 3
9. ¿Tiene algún comentario o sugerencia para el servicio de ascensores en la torre principal?

Anexo 6: Toma de tiempos

ASCENSOR 2					
Día	Número de personas en cola	Hora ingreso	Tiempo de ingreso (seg)	Número de personas que ingresan	Tiempo de ciclo (min)
LUNES 02 DE SEPTIEMBRE	4	18:03	21.15	12	00:03:08
	5	18:07	26.65	14	00:03:11
	10	18:11	27.35	14	00:03:14
	15	18:15	28.55	15	00:03:10
	11	18:19	27.74	15	00:02:51
	15	18:22	28.34	14	00:03:24
	15	18:26	26.75	14	00:03:29
	17	18:30	29.43	14	00:04:19
	16	18:35	33.10	15	00:03:27
	11	18:39	28.18	15	00:03:22
	14	18:41	31.72	16	00:02:48
	6	18:45	29.02	16	00:02:35
	2	18:48	23.03	14	00:02:50
	9	18:52	35.89	14	00:02:40
	1	18:55	23.59	14	00:02:45
	0	18:58	26.45	14	00:02:41
	5	20:07	37.29	16	00:02:58
	12	20:10	32.00	14	00:03:00
	8	20:14	30.36	16	00:03:11
	0	20:18	22.04	13	00:02:34
	0	20:21	21.70	11	00:02:49
	0	20:24	27.94	13	00:02:50
	0	20:27	11.41	5	00:02:34
	0	20:30	20.10	7	00:02:31
	0	20:33	10.15	3	00:02:18
	0	20:37	10.11	2	00:02:27
MARTES 03 DE SEPTIEMBRE	11	18:04	29.10	16	00:03:13
	10	18:08	28.18	14	00:03:04
	12	18:12	31.72	15	00:03:09
	5	18:16	29.02	15	00:03:11
	10	18:20	23.05	14	00:02:52
	15	18:23	35.89	13	00:02:44
	11	18:26	28.59	14	00:03:09
	15	18:30	32.45	15	00:03:00
	15	18:33	28.37	14	00:03:15
	17	18:37	36.42	16	00:03:11

ASCENSOR 2					
Día	Número de personas en cola	Hora ingreso	Tiempo de ingreso (seg)	Número de personas que ingresan	Tiempo de ciclo (min)
MARTES 03 DE SEPTIEMBRE	15	18:41	28.86	14	00:03:13
	10	18:45	24.10	15	00:03:20
	5	18:49	34.80	17	00:03:02
	0	18:53	39.66	15	00:03:04
	8	20:03	38.83	15	00:03:09
	12	20:07	38.85	17	00:03:15
	16	20:11	34.61	13	00:02:53
	10	20:14	46.19	17	00:03:20
	18	20:18	28.48	16	00:03:20
	17	20:22	34.15	14	00:03:04
	12	20:26	38.56	18	00:02:58
	4	20:29	35.89	14	00:03:04
	5	20:33	28.61	15	00:03:15
	0	20:37	26.86	13	00:03:06
	0	20:41	21.33	9	00:03:09
MIÉRCOLES 04 DE SEPTIEMBRE	12	18:06	29.05	14	00:03:12
	5	18:10	23.11	13	00:03:06
	10	18:14	33.45	15	00:03:13
	15	18:18	28.57	14	00:02:54
	11	18:21	27.35	14	00:03:02
	15	18:25	29.12	15	00:03:01
	15	18:29	29.37	15	00:03:09
	17	18:33	36.42	17	00:03:15
	16	18:37	28.86	14	00:03:13
	10	18:41	34.1	15	00:03:20
	5	18:45	36.8	15	00:02:52
	0	18:48	33.66	12	00:02:44
	8	20:01	37.13	15	00:03:09
	12	20:05	36.85	17	00:03:00
	16	20:08	26.61	13	00:03:13
	10	20:12	36.19	17	00:03:23
	18	20:16	35.48	16	00:03:20
	17	20:20	29.15	14	00:03:04
	12	20:24	38.56	18	00:02:58
	4	20:27	28.89	14	00:03:04
	5	20:31	32.61	15	00:03:15
	0	20:35	26.86	13	00:02:54
	0	20:38	18.33	9	00:02:45

ASCENSOR 3					
Día	Número de personas en cola	Hora ingreso	Tiempo de ingreso (seg)	Número de personas que ingresan	Tiempo de ciclo (min)
MIÉRCOLES 04 DE SEPTIEMBRE	15	18:04	32.10	16	00:04:22
	12	18:09	33.15	17	00:04:36
	14	18:14	30.11	15	00:04:43
	13	18:19	34.18	16	00:04:35
	15	18:24	35.16	16	00:04:24
	13	18:29	37.15	17	00:04:19
	20	18:34	39.70	19	00:04:16
	13	18:39	31.63	16	00:04:05
	15	18:44	38.87	19	00:04:17
	10	18:49	26.94	15	00:04:22
	11	18:54	39.66	17	00:04:05
	13	18:57	37.49	17	00:04:07
	0	19:01	27.71	13	00:04:15
	0	19:06	26.46	13	00:04:10
	10	20:06	38.83	15	00:05:46
	17	20:11	37.95	17	00:04:28
	23	20:16	39.24	17	00:04:29
	22	20:21	32.62	16	00:04:17
	13	20:26	33.55	19	00:04:44
	4	20:31	34.32	17	00:04:31
	0	20:36	13.42	6	00:04:06
JUEVES 05 DE SEPTIEMBRE	13	18:02	31.15	17	00:04:25
	15	18:07	32.7	16	00:04:41
	12	18:12	34.5	16	00:04:39
	14	18:17	35.24	17	00:04:37
	15	18:22	35.16	16	00:04:28
	13	18:27	36.15	17	00:04:35
	18	18:32	38.54	19	00:04:38
	17	18:37	31.62	15	00:04:25
	19	18:42	38.84	18	00:04:31
	15	18:47	32.5	16	00:04:26
	12	18:52	39.19	18	00:04:46
	11	18:57	37.56	17	00:04:43
	3	19:02	28.63	14	00:04:37

ASCENSOR 3					
Día	Número de personas en cola	Hora ingreso	Tiempo de ingreso (seg)	Número de personas que ingresan	Tiempo de ciclo (min)
VIERNES 06 DE SEPTIEMBRE	13	18:05	37.10	17	00:04:46
	16	18:10	36.15	16	00:04:33
	15	18:15	37.11	16	00:04:35
	12	18:20	34.18	15	00:04:24
	14	18:25	38.16	17	00:04:39
	13	18:30	37.15	17	00:04:36
	15	18:35	39.70	18	00:04:38
	13	18:40	31.63	16	00:04:17
	20	18:45	38.87	18	00:04:22
	14	18:50	26.94	16	00:04:05
	15	18:55	39.66	17	00:04:07
	12	19:00	37.49	16	00:04:15
	15	19:05	27.71	13	00:04:10
	7	19:10	26.46	12	00:03:56
	0	20:03	32.83	16	00:04:28
	2	20:08	35.95	17	00:04:29
	10	20:13	36.24	18	00:04:17
	17	20:18	35.62	17	00:04:44
	23	20:23	38.55	19	00:04:31
	22	20:28	34.32	17	00:04:06
	13	20:33	31.59	16	00:04:44
	4	20:38	25.36	12	00:04:31
	0	20:43	23.42	10	00:04:06

ASCENSOR 2					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
02/09/2019	7	00:00:20	2	00:00:17	
02/09/2019	8	00:00:10	4	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:13	2	00:00:16	
02/09/2019	10	00:00:12	2	00:00:17	00:00:28
02/09/2019	7	00:00:20	2	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:11	3	00:00:10	
02/09/2019	9	00:00:14	2	00:00:06	
02/09/2019	10	00:00:10	3	00:00:10	00:00:25
02/09/2019	S2	00:00:10	1	00:00:05	
02/09/2019	7	00:00:47	3	00:00:17	
02/09/2019	8	00:00:13	2	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:12	1	00:00:13	
02/09/2019	10	00:00:12	4	00:00:11	00:00:24
02/09/2019	7	00:00:20	1	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:11	3	00:00:10	
02/09/2019	9	00:00:12	2	00:00:014	
02/09/2019	10	00:00:12	6	00:00:13	00:00:49
02/09/2019	S2	00:00:08	0	00:00:16	
02/09/2019	7	00:00:50	2	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:16	1	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:12	3	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:11	8	00:00:13	00:01:10
02/09/2019	7	00:00:18	3	00:00:17	
02/09/2019	8	00:00:12	2	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:11	2	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:10	9	00:00:14	00:00:50
02/09/2019	7	00:00:14	5	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:14	2	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:11	2	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:12	6	00:00:13	00:00:55
02/09/2019	7	00:00:18	3	00:00:15	
02/09/2019	8	00:00:07	1	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:12	3	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:12	4	00:00:14	00:00:25
02/09/2019	7	00:00:19	4	00:00:17	
02/09/2019	8	00:00:08	1	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:06	3	00:00:14	

ASCENSOR 2					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
02/09/2019	10	00:00:09	6	00:00:13	00:00:26
02/09/2019	7	00:00:36	3	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:10	1	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:12	4	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:12	3	00:00:14	00:00:23
02/09/2019	7	00:00:18	3	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:09	3	00:00:10	
02/09/2019	10	00:00:11	6	00:00:15	00:00:25
02/09/2019	7	00:00:20	0	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:12	4	00:00:10	
02/09/2019	9	00:00:10	4	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:10	7	00:00:14	00:00:25
02/09/2019	7	00:00:13	7	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:11	1	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:12	1	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:12	2	00:00:14	00:00:25
02/09/2019	7	00:00:13	2	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:12	2	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:12	4	00:00:13	
02/09/2019	10	00:00:19	2	00:00:14	00:00:37
02/09/2019	7	00:00:18	2	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:12	2	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:14	2	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:10	6	00:00:15	00:00:47
02/09/2019	7	00:00:18	1	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:09	5	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:11	2	00:00:14	00:00:25
02/09/2019	7	00:00:19	1	00:00:15	
02/09/2019	8	00:00:10	1	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:12	9	00:00:16	
02/09/2019	10	00:00:12	1	00:00:15	00:00:24
02/09/2019	7	00:00:19	2	00:00:15	
02/09/2019	8	00:00:12	2	00:00:13	
02/09/2019	9	00:00:12	2	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:12	2	00:00:14	00:00:24

ASCENSOR 2					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
02/09/2019	7	00:00:18	0	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:08	9	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:12	3	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:12	1	00:00:15	00:00:33
02/09/2019	7	00:00:17	3	00:00:13	
02/09/2019	8	00:00:11	10	00:00:11	
02/09/2019	9	00:00:12	1	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:10	0	00:00:14	00:00:37
02/09/2019	7	00:00:18	1	00:00:15	
02/09/2019	8	00:00:12	9	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:12	4	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:12	1	00:00:13	00:00:39
02/09/2019	7	00:00:18	4	00:00:15	
02/09/2019	8	00:00:12	2	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:10	4	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:12	1	00:00:13	00:00:24
02/09/2019	7	00:00:16	1	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:13	3	00:00:14	
02/09/2019	9	00:00:09	1	00:00:15	
02/09/2019	10	00:00:12	4	00:00:14	00:00:41
02/09/2019	7	00:00:28	5	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:12	0	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:12	3	00:00:13	
02/09/2019	10	00:00:12	3	00:00:12	00:00:30
02/09/2019	7	00:00:14	2	00:00:15	
02/09/2019	9	00:00:11	2	00:00:14	
02/09/2019	10	00:00:12	1	00:00:13	00:00:31
02/09/2019	7	00:00:14	1	00:00:16	
02/09/2019	8	00:00:09	4	00:00:16	
02/09/2019	9	00:00:11	1	00:00:16	00:00:34
02/09/2019	7	00:00:12	1	00:00:14	
02/09/2019	8	00:00:12	1	00:00:14	
02/09/2019	9	00:00:11	2	00:00:14	00:00:37

ASCENSOR 3					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
04/09/2019	11	00:00:35	4	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:12	5	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:10	4	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:12	3	00:00:14	
04/09/2019	15	00:00:12	0	00:00:12	00:01:43
04/09/2019	11	00:00:35	3	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:11	1	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	4	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:12	4	00:00:15	
04/09/2019	15	00:00:12	4	00:00:14	00:01:56
04/09/2019	11	00:00:35	2	00:00:25	
04/09/2019	12	00:00:12	1	00:00:10	
04/09/2019	13	00:00:12	7	00:00:14	
04/09/2019	14	00:00:10	3	00:00:12	
04/09/2019	15	00:00:10	2	00:00:14	00:01:23
04/09/2019	S1	00:00:12	0	00:00:04	
04/09/2019	11	00:00:38	2	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:12	2	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	2	00:00:15	
04/09/2019	14	00:00:12	4	00:00:14	
04/09/2019	15	00:00:09	3	00:00:12	00:01:09
04/09/2019	11	00:00:38	3	00:00:12	
04/09/2019	12	00:00:11	6	00:00:12	
04/09/2019	13	00:00:12	4	00:01:12	
04/09/2019	14	00:00:12	3	00:00:11	
04/09/2019	15	00:00:09	4	00:00:12	00:01:15
04/09/2019	S1	00:00:12	0	00:00:09	
04/09/2019	11	00:00:34	1	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:10	4	00:00:15	
04/09/2019	13	00:00:12	2	00:00:14	
04/09/2019	14	00:00:10	4	00:00:13	
04/09/2019	15	00:00:10	4	00:00:13	00:01:48
04/09/2019	11	00:00:36	1	00:00:14	
04/09/2019	12	00:00:09	4	00:00:11	
04/09/2019	13	00:00:06	7	00:00:12	
04/09/2019	14	00:00:12	3	00:00:12	
04/09/2019	15	00:00:09	1	00:00:12	00:01:12
04/09/2019	11	00:00:36	0	00:00:17	

ASCENSOR 3					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
04/09/2019	12	00:00:12	3	00:00:12	
04/09/2019	13	00:00:06	6	00:00:12	
04/09/2019	14	00:00:19	5	00:00:16	
04/09/2019	15	00:00:12	1	00:00:14	00:02:03
04/09/2019	11	00:00:35	1	00:00:12	
04/09/2019	12	00:00:10	2	00:00:09	
04/09/2019	13	00:00:12	4	00:00:08	
04/09/2019	14	00:00:12	1	00:00:09	
04/09/2019	15	00:00:12	4	00:00:06	00:01:59

ASCENSOR 3					
Día	Piso	Tiempo subida (seg)	Número de personas que bajan	Tiempo de bajada (seg)	Tiempo de retorno al piso 1 (seg)
04/09/2019	11	00:00:38	5	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:12	4	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	0	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:09	4	00:00:14	
04/09/2019	15	00:00:12	2	00:00:12	00:01:59
04/09/2019	11	00:00:38	7	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:13	1	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	2	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:12	5	00:00:14	
04/09/2019	15	00:00:10	0	00:00:12	00:01:22
04/09/2019	11	00:00:38	7	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:11	3	00:00:10	
04/09/2019	13	00:00:10	1	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:10	5	00:00:06	
04/09/2019	15	00:00:12	5	00:00:12	00:01:23
04/09/2019	11	00:00:38	3	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:15	1	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	5	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:10	1	00:00:16	
04/09/2019	15	00:00:11	1	00:00:12	00:01:01
04/09/2019	11	00:00:38	1	00:00:17	
04/09/2019	12	00:00:12	5	00:00:16	
04/09/2019	13	00:00:12	6	00:00:16	
04/09/2019	14	00:00:12	6	00:02:12	
04/09/2019	15	00:00:12	3	00:00:12	00:01:25
04/09/2019	11	00:00:38	8	00:00:15	
04/09/2019	12	00:00:08	2	00:00:19	
04/09/2019	13	00:00:09	4	00:00:13	
04/09/2019	14	00:00:10	1	00:00:12	00:01:38
04/09/2019	11	00:00:38	1	00:00:12	
04/09/2019	12	00:00:12	5	00:00:14	
04/09/2019	13	00:00:12	3	00:00:15	
04/09/2019	14	00:00:12	7	00:00:16	
04/09/2019	15	00:00:12	3	00:00:12	